



**UNIVERSIDADE FEDERAL
DE SANTA CATARINA**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE
PRODUÇÃO
DOUTORADO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
TESE DOUTORADO
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM ERGONOMIA**

**A BUSCA DA NORMALIDADE: A REGULAÇÃO DOS
PROCESSOS DE TRABALHO DE MÁQUINAS INJETORAS DE
TERMOPLÁSTICOS EM UMA INDÚSTRIA DE TELEFONES**

NELSON FERREIRA FILHO

**FLORIANÓPOLIS
2014**

NELSON FERREIRA FILHO

**A BUSCA DA NORMALIDADE: A REGULAÇÃO DOS
PROCESSOS DE TRABALHO DE MÁQUINAS INJETORAS DE
TERMOPLÁSTICOS EM UMA INDÚSTRIA DE TELEFONES**

Defesa de tese apresentada a
Banca Examinadora como
requisito para obtenção do título
de Doutor no Programa de Pós-
Graduação em Engenharia de
Produção do Departamento de
Engenharia de Produção da
Universidade Federal de Santa
Catarina

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Leila
Amaral Gontijo

**FLORIANÓPOLIS
2014**

Ferreira Filho, Nelson

A busca da normalidade: a regulação dos processos de trabalho de máquinas injetoras de termoplásticos em uma indústria de telefones / Nelson Ferreira Filho; orientadora, Leila Amaral Gontijo – Florianópolis, SC, 2014.

221 p.

Tese (doutorado) – Universidade federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção.

Inclui referências

1 - Engenharia de Produção. 2 – Ergonomia Cognitiva. 3 – Estratégias Cognitivas. 4 - Regulação nos Processos de Trabalho. 4 - Variabilidades no Trabalho. 5 – Complexidade no Trabalho. I. Gontijo, Leila Amaral. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. III. Título.

NELSON FERREIRA FILHO

**A BUSCA DA NORMALIDADE: A REGULAÇÃO DOS
PROCESSOS DE TRABALHO DE MÁQUINAS
INJETORAS DE TERMOPLÁSTICOS EM UMA
INDÚSTRIA DE TELEFONES**

Esta defesa de tese foi julgada adequada para a obtenção do título de Doutor em Engenharia, com especialidade em Ergonomia, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina.

Prof^ª. Lucila Maria de Souza Campos, Dr^ª.

Coordenadora do Curso de Pós-Graduação Em Engenharia de Produção

Banca Examinadora

Prof^ª. Leila Amaral Gontijo, Dr^ª.

Orientadora

Universidade Federal de Santa Catarina

Prof^ª. Albertina Pereira Medeiros, Dr^ª.

Universidade do Estado de Santa Catarina

Prof^ª. Ângela Regina Polleto, Dr^ª.

Instituto Federal de Santa Catarina

Prof^ª. Eliza Helena de Oliveira E., Dr^ª.

Universidade Federal de Minas Gerais

Prof. Eugenio Andrés Díaz M., Dr.

Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Fabrício Augusto Menegon, Dr.

Universidade Federal de Santa Catarina

Florianópolis, 27 de fevereiro de 2014.

AGRADECIMENTOS

A Adrianna, minha mulher, companheira, guerreira, forte e amiga, diariamente ao meu lado, apoiando, incentivando, alertando, vigiando, proporcionando com compreensão, apoio, carinho e amor, os quais contribuíram para meu equilíbrio interior e chegar até aqui.

Aos meus filhos: Luciano, Cintia e os de coração Flávia e Marcella pelo apoio e a familiar compreensão nas horas difíceis, pelos momentos de afastamento entrelaçado com carinho de pai. Quero registrar este exemplo de ter retornado aos bancos escolares, principalmente aos meus netos João Paulo, Maria Eduarda, Álvaro, Lorena e Pedro Paulo, e que ele um dia possa ser seguido.

A minha orientadora Prof^ª. Dr^ª. Leila Amaral Gontijo, pela competência, confiança e procedimentos éticos. Conviver com ela é privilégio de poucos e eu o tive. Sua maneira aguçada, minuciosa e sábia contribuiu para o meu crescimento como pesquisador. Obrigado pelas orientações, as quais facilitaram enxergar o *como* da atividade dos trabalhadores e os seus valores perante a Análise Ergonômica do trabalho.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina, à sempre prestativa Rosimeri, pela eficiência no atendimento às demandas de aluno e pela forma de atender à pessoa.

Aos operadores das máquinas injetoras, por terem me emprestado suas verbalizações das histórias de vida profissional, sem as quais, seria impossível concretizar esta pesquisa. Agradeço pela paciência de explicar incansavelmente *como* eles agem diante das variabilidades e imprevisibilidades do sistema complexo de injeção de termoplásticos.

Aos companheiros de curso, Carlos, Danilo, Eva, Gisele, João, Júlio, Lucas, Silvia e Thaiana, amigos de desabafo e dos momentos difíceis, obrigado pela convivência e amizade.

A Senhora Maristela, minha sogra, pelas correções dos textos, ao meu sogro Haroldo e demais familiares pelo apoio.

Enfim, a todos os que, de alguma forma direta ou indiretamente, contribuíram para realização deste trabalho.

A DEUS, pela minha existência, inteligência, força física e mental de ter possibilitado esta vitória.

Um cara é algo que conhecemos à primeira vista. Mas é difícilimo ou impossível descrever traço a traço. Porque a memória é instantânea. Não lhe peçam explicações. Seria como pedir a um relâmpago que nos desse uma explicação em câmara lenta.

(Mário Quintana)

RESUMO

O processo de fabricação de produtos plásticos tem sido amplamente usado por intermédio de sistemas de injeção, os quais utilizam moldes para confecção de peças. Seu crescimento por diferentes setores da indústria brasileira se deve em grande parte ao desenvolvimento de novos materiais plásticos e aos avanços na tecnologia do processo de injeção. Essa modalidade de desenvolvimento tecnológico impôs nova relação do trabalhador com seu trabalho, frente às exigências transformadoras de modelos tradicionais para estilos mais dinâmicos. Essas mudanças têm exigido dos operadores de máquinas injetoras formas mais rápidas de atuar nos seus postos de trabalho. Por decorrência, tem imposto nas suas atividades de trabalho maior concentração mental e requerido o uso mais intenso de estratégias cognitivas para o cumprimento de suas tarefas. O objetivo desse trabalho é compreender *como* os operadores do departamento de máquinas injetoras de termoplásticos de uma indústria de telefones agem diante das variabilidades e imprevisibilidades que acontecem no exercício de sua atividade de trabalho. Os operadores diante às influências de variações que ocorrem no funcionamento das máquinas injetoras exercem ações de regulações para retomar a normalidade da produção. O estudo baseou-se numa pesquisa desenvolvida durante o período de 2011 a 2013, no Departamento de Injeção, de uma indústria de centrais telefônicas, telefones e centrais de condomínios, na região metropolitana de Florianópolis, Santa Catarina. A pesquisa caracteriza-se como estudo de caso. Tem uma fase inicial exploratória com a análise ergonômica do trabalho. Os dados foram analisados segundo a abordagem qualitativa. O conteúdo descritivo do modo de agir do operador na sua atividade de trabalho tornou-se possível, mediante suas verbalizações e a análise de seu discurso. Os procedimentos metodológicos utilizados possibilitaram compreender como os operadores atuam diante dos disfuncionamentos do processo de injeção. Destacam-se problemas de anormalidades como variabilidades e imprevisibilidades no funcionamento da máquina injetora, incompletude do projeto do molde, alterações de temperatura, pressão, velocidade na injeção de polímeros (matéria-prima), tipo de matéria-prima (formato do polímero e sua distribuição de peso molecular), tempo do fluxo produtivo, os quais se tornam agravantes nas condições de processamento, repercutindo em fatores que influenciam no surgimento de paralisações e defeitos na produção final de peças injetadas. Este estudo constata que esses operadores para lidar com situações complexas, imprecisas e conflitantes em relação à anormalidade da

produção se apóiam em estratégias operatórias, as quais estão incorporados em suas experiências de trabalho. Dessa forma, na atividade de trabalho os operadores desenvolvem e resgatam recursos cognitivos que estão armazenados no seu saber prático. Conclui-se pelos resultados deste caso estudado que os operadores mobilizam uma série de regulações no sistema para cumprir a tarefa e executar sua atividade, bem como para poder agir com as anormalidades e imprevisibilidades presentes no seu posto de trabalho.

Palavras-Chave: Ergonomia, regulação no trabalho, variabilidade no trabalho, imprevisibilidade no trabalho, complexidade no trabalho.

ABSTRACT

The manufacturing process of plastic products has been widely used through injection systems, which use templates to produce garments. Growth for different sectors of Brazilian industry is due in large part to the development of new plastic materials and advances in technology of the injection process. This type of technological development has imposed new relations between workers and their work, compared to the processing requirements of traditional models for more dynamic styles. These changes have required the operators of injection molding machines faster ways to act in their jobs. Why result, has imposed on their work activities and greater mental focus required greater use of cognitive strategies for fulfilling their tasks. The aim of this work is to understand how the operators of the thermoplastic injection molding machines in a telephone industry department act on the variability and unpredictability that happen in the exercise of their professional activity. Operators on the influences of variations that occur in the operation of injection molding machines perform actions of regulations to resume normal production. The study was based on research conducted during the period 2011-2013, the Department of injection, an industry condominiums central telephone exchanges, and phones in the metropolitan region of Florianópolis, Santa Catarina. The research is characterized as a case study. Has an initial exploratory phase with the ergonomic analysis of work. Data were analyzed using a qualitative approach. The descriptive content of the manner of the operator in the work activity was made possible through their utterances and analysis of his speech. The methodological procedures used made it possible to understand how the operators act on the failures of the injection process. We highlight problems of abnormalities such as variability and unpredictability in the operation of injection molding machine, mold design incompleteness, changes in temperature, pressure, speed of injecting polymers (raw material), type of raw material (polymer and its format molecular weight distribution), while the production flow, which become aggravating processing conditions, reflecting on factors that influence the emergence of outages and defects in the final production of molded parts. This study finds that these operators to handle complex, imprecise and conflicting situations in relation to abnormal production rely on operational strategies, which are embedded in their work experiences. Thus, the work activity and rescue operators develop cognitive resources that are stored on your practical knowledge. In conclusion the results of this case study those operators mobilize a series of adjustments in the system to accomplish the task and run their

activity as well as to be able to act with abnormalities and unpredictability present in their workplace.

Keywords: Ergonomics, regulation at work, variability in work, unpredictability in work, complexity at work.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Fatores de influência no processo produtivo de moldagem por injeção	30
Figura 2: Posto de trabalho do operador de máquina injetora.....	35
Figura 3: A integração da atividade de trabalho do operador de máquina injetora.....	50
Figura 4: Modelo operante do trabalhador	57
Figura 5: Exemplo de polímero usado na fabricação dos produtos da empresa pesquisada	81
Figura 6: Cadeira petroquímica e de plástico	83
Figura 7: Empregos do setor de transformados plásticos (em mil trabalhadores).....	85
Figura 8: Fases do Estudo	91
Figura 9: Estrutura Organizacional do Departamento de Injeção	107
Figura 10: Instalações internas do Departamento de Injeção da empresa pesquisada	112
Figura 11: Modelo de uma máquina injetora marca ROMI 300R.....	113
Figura 12: Diagrama esquemático de uma máquina injetora, indicando as partes principais de sua constituição	116
Figura 13: Exemplo de Molde de Injeção	118
Figura 14: Ciclo de Injeção	122
Figura 15: Operador parametrizando a máquina injetora.....	126
Figura 16: Efeito de temperatura alta no acabamento final de uma peça de telefone	131
Figura 17: Efeito de temperatura baixa no acabamento final de uma peça de telefone	133
Figura 18: Efeito da temperatura de injeção <i>versus</i> pressão	134
Figura 19: Efeito de pressão alta no acabamento final de uma peça de telefone.....	137
Figura 20: Efeito do uso de alta velocidade na máquina de injeção no acabamento final de uma peça de telefone	138
Figura 21: Instruções de Trabalho - Pontos Críticos- Base Mono TS60	148
Figura 22: Representação realizada pelo OP demonstrando a desestabilização da máquina injetora devido às irregularidades no polímero	154
Figura 23: Instruções de Trabalho - Pontos Críticos- Base Mono TS60 e TS40	156

Figura 24: Fluxograma simplificado do procedimento operacional - operação contínua da máquina injetora em automático	165
Figura 25: Influências da temperatura alta no molde da peça injetada	177
Figura 26: Influências da temperatura baixa no molde da peça injetada	177
Figura 27: Representação gráfica dos valores do fluxo da vazão de água	184

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Demonstrativo dos períodos de pesquisa na empresa	100
Quadro 2: Principais tipos de falhas durante o processo de regulação da máquina injetora observadas pelo pesquisador	140
Quadro 3: Extrato de entrevista sobre o controle da injeção do polímero na máquina injetora	145
Quadro 4: Extrato de entrevista do OPP com o OP diante da variabilidade do polímero.....	157
Quadro 5: Entrevista de autoconfrontação sobre a variabilidade do polímero	158
Quadro 6: Extrato de entrevista sobre o controle da temperatura da máquina injetora utilizando o procedimento automático	171
Quadro 7: Extrato de entrevista do OP com o OPP sobre a elevação da temperatura da máquina injetora	184
Quadro 8: Entrevista de autoconfrontação sobre a mudança da operação do sistema automático para manual.....	185
Quadro 9: Entrevista de autoconfrontação sobre a desestabilização do sistema.....	189

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Localização das empresas de Transformados Plásticos no Brasil	84
Tabela 2: Contingente de recursos humanos do departamento de injeção	110
Tabela 3: Informação dos turnos e horários da jornada de trabalho dos operadores dos departamentos de linha de montagem e de Injeção	111

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABERGO	Associação Brasileira de Ergonomia
ABIPLAST	Associação Brasileira de Indústria de Plástico
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AET	Análise Ergonômica do Trabalho
CAD	Computer Aided Design
CAE	Computer Aided Engineering
CAM	Computer Aided Manufacturing
CLP	Controlador Lógico Programável
CNC	Controlador Numérico Computadorizado
HFE	Human Factors Engineering
IEA	International Ergonomics Association
IPC	Indústria de Processo Contínuo
MTE	Ministério Trabalho e Emprego
NEMA	National Electrical Manufacturers Association
OP	Operador de máquina injetora
OPP	Operador Processos de Produção
OSHA	Occupational Health and Safety Agency
P	Pesquisador
PPGEP	Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção
RAIS	Relatório Anual de Informações Sociais
SA	Sistema Automatizado
SELF	Sociedade de Ergonomia de Língua Francesa
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	27
1.1 PROBLEMA DE PESQUISA	31
1.1.1 Posto de Trabalho	34
1.2 OBJETIVOS	38
1.2.1 Objetivo Geral	38
1.2.2 Objetivos Específicos	38
1.3 JUSTIFICATIVA	39
1.4 PRESSUPOSTOS DO TRABALHO	40
1.5 DELIMITAÇÕES DO ESTUDO	40
1.6 CARACTERIZAÇÃO GERAL DA PESQUISA	41
1.7 ESTRUTURA DA TESE	42
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	44
2.1 PROCEDIMENTOS INTRODUTÓRIOS E O MÉTODO DA ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO (AET)	44
2.1.1 - Origem da Ergonomia	44
2.1.2 - Conceitos de Ergonomia	47
2.1.3 - Classificação dos Conceitos de Ergonomia	48
2.1.4 - A intervenção ergonômica na atividade de trabalho	49
2.2 REGULAÇÃO NOS PROCESSOS DE TRABALHO	52
2.2.1 O conceito de regulação	53
2.2.2 A regulação do trabalho	62
2.3 O CONTEXTO DA VARIABILIDADE E IMPREVISIBILIDADE NO PROCESSO DE TRABALHO	66
2.4 NORMALIDADE NO PROCESSO DE TRABALHO	69
2.5 COMPLEXIDADE NO PROCESSO DE TRABALHO	72
2.6 O CONCEITO DE PLÁSTICO	79
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	86
3.1 OS PROCEDIMENTOS GERAIS DE PESQUISA	86
3.1.1 O escopo do estudo	86
3.1.2 A localização da pesquisa	88
3.1.3 Caracterização da População e amostra	88
3.2 PRINCÍPIOS ÉTICOS	90
3.3 FASES DO ESTUDO	90
3.4 AS ETAPAS DOS PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	92
3.4.1 Os contatos e as investigações iniciais	92
3.4.2 As etapas da Análise Ergonômica do Trabalho (AET)	93
3.4.2.1 Constituição e análise da demanda	93
3.4.2.2 Análise do ambiente técnico econômico e social da empresa ...	95

3.4.2.3 Análise das atividades e da situação de trabalho.....	96
3.4.2.4 Recomendações ergonômicas	97
3.4.2.5 Validação da intervenção e eficácia das recomendações	98
3.4.3 A coleta de dados	98
3.4.4 Tratamento dos dados	102
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	105
4.1 A ESTRUTURA ORGANIZACIONAL DO DEPARTAMENTO DE INJEÇÃO.....	106
4.2 O CONTINGENTE DE RECURSOS HUMANOS DO DEPARTAMENTO DE INJEÇÃO	109
4.3 JORNADA DE TRABALHO	111
4.4 DEPARTAMENTO DE INJEÇÃO	111
4.5 PROCESSO DE INJEÇÃO PLÁSTICA	114
4.5.1 Moldes para injeção de termoplásticos	117
4.5.2 Ciclo de Moldagem.....	120
4.6 FATORES DE INFLUÊNCIAS NO PROCESSO PRODUTIVO DE PEÇAS INJETADAS.....	125
4.6.1 A variabilidade da máquina injetora de termoplástico.....	128
4.6.1.1 A variabilidade da temperatura no processo de injeção.....	129
4.6.1.2 A variabilidade da temperatura do polímero.....	133
4.6.1.3 A variabilidade da temperatura do molde	134
4.6.1.4 A variabilidade do tempo	135
4.6.1.5 A variabilidade das pressões	135
4.6.1.6 A variabilidade da velocidade.....	137
4.6.1.7 A variabilidade dos parâmetros.....	139
4.7 AS AÇÕES DOS OPERADORES PARA REGULAR O SISTEMA DE PRODUÇÃO DE MÁQUINAS INJETORAS DE TERMOPLÁSTICOS	141
4.7.1 As ações dos operadores para regular a injeção do polímero na máquina injetora.....	142
4.7.2 As ações do OP para regular a máquina injetora <i>em automático</i>	147
4.7.3 As ações do OP para regular a máquina injetora <i>em manual</i>	153
4.7.4 As ações dos operadores da máquina injetora para regular a temperatura	162
4.7.4.1 O procedimento operacional da temperatura da máquina injetora <i>em automático</i>	165
4.7.4.1.1 Norma da temperatura da máquina injetora <i>em automático</i>	165
4.7.4.2 O procedimento operacional da temperatura da máquina injetora <i>em manual</i>	181
4.7.4.2.1 Norma da temperatura da máquina injetora <i>em manual</i>	181
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES	191

5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS	191
5.2 RECOMENDAÇÕES FUTURAS	195
6 REFERÊNCIAS	196

1 INTRODUÇÃO

As marcas do desenvolvimento econômico, das inovações tecnológicas somadas às novas exigências do mercado, a partir da década de 90 do século passado, trouxeram muitas opções, as quais incidiram sobre as exigências de transformações nas formas e no comportamento dos gestores atuarem nas organizações, quer sejam elas privadas ou públicas.

Hoje, a realidade deste cenário é de exigências práticas e rápidas nas resoluções de problemas que estão interconectados com a economia, modernidades tecnológicas, mercado e nas relações do comportamento com o mundo do trabalho.

A partir deste contexto, as condições que os projetistas têm manifestado como forma de atuação de alternativas conceptivas dos sistemas sócio-técnico nas organizações, também vem sendo exigida e transformada de modelos tradicionais das operações sistematizadas para um de estilo mais dinâmico, maior velocidade, rapidez na solução de problemas imprevisíveis, onde, conseqüentemente, o trabalhador tem que agir de maneira mais rápida e com comportamento mais concentrado, em suas estratégias operacionais para o cumprimento de tarefas.

Assim, as necessidades de se utilizar as novas tecnologias de informação para dar suporte às organizações envolvem, sem sombra de dúvida, o uso de todo o potencial da microeletrônica na formulação dos Sistemas Automatizados - SA, bem como nas reformulações dos sistemas produtivos, controladores automáticos de células da manufatura, sistemas de informação no gerenciamento de pedidos, nos processos logísticos integrados, no *follow-up*, na avaliação do desempenho dos processos e “[...] na realidade, [somados a] outros métodos para aumentar a eficiência na produção – linhas de montagem, automação, robótica, CAD/CAM, para citar alguns – podem ser vistos como tentativas de eliminar o paradoxo do chão de fábrica” (TAKEUCHI; NONAKA, 2009, p.18).

Essas ações de mudanças de ordem tecnológica conduzem suas aplicações às relações de complexidade do trabalho, as quais tendem a aumentar, tornando indispensável para os gestores das organizações pensarem novos estilos dos processos de trabalho. Assim, compete aos gestores das organizações refletirem sobre as formas de processos de trabalho quando do desenvolvimento de projetos, como por exemplo, nos SA, onde a cada dia são agregadas novas definições de informações

e de controle, repercutindo, diretamente nos trabalhadores e nas suas ações tanto físicas, como cognitivas na atividade real de trabalho.

De forma direta, muitas mudanças têm ocorrido e novas implantações de sistemas produtivos estão acontecendo para melhorar o aumento de produção, porém, sem que os operadores participem dos projetos de concepção desses novos sistemas, os quais consequentemente, tem transformado as atividades dos postos de trabalho em novas exigências operacionais.

Neste contexto, a Ergonomia, se posiciona destacando as relações existentes entre o sistema de trabalho e o indivíduo que realiza a atividade. A Ergonomia da Atividade enfatiza as formas de conhecimento e de atuação do operador, pois, para que ele possa concretizar sua tarefa, é necessário que perceba os estímulos e receba informações de outras pessoas e assim, possa decidir quais ações são mais apropriadas para cumprir as exigências da tarefa (CAÑAS, 2001).

A forma de decisão utilizada pelo trabalhador para atingir os objetivos propostos pelos dirigentes está intrinsecamente relacionada ao processo de regulação do trabalho, uma vez que, partindo-se do pressuposto de que sempre existe um distanciamento entre o que é prescrito ao trabalhador e a atividade que ele realmente realiza a partir dos recursos que estão disponíveis, das individualidades de cada membro da organização, das regras, normas e procedimentos vigentes; o trabalhador precisará continuamente gerir as variabilidades ali presentes para atingir as metas previamente estabelecidas. Para a Ergonomia, esse processo de gestão é denominado regulação do trabalho, uma vez que individual e/ou coletivamente, estratégias cognitivas são elaboradas pelos operadores para enfrentar as anormalidades e constrangimentos inerentes à situação de trabalho. Eles adotam artifícios cognitivos para garantir o alcance das exigências estipuladas da tarefa.

Afirmam (FERREIRA FILHO; GONTIJO, (2012, p. 8) que:

a regulação da atividade são ações empregadas pelos trabalhadores mediante estratégias operatórias, que são constituídas de formas individuais ou pelo grupo de trabalho, visando reduzir a opacidade entre a atividade prescrita e a real, tendo em vista a garantia de manter a estabilidade das variabilidades e os disfuncionamentos do sistema produtivo.

A regulação da atividade é necessária devido às variabilidades e os disfuncionamentos que ocorrem no sistema, como é o caso dos operadores que trabalham com processos produtivos de moldagem por injeção, também denominados de máquinas injetoras de termoplásticos.

Na sequência do processo de produção as parametrizações dos procedimentos de moldagem de injeção especificadas no projeto podem sofrer variabilidade, tanto em relação às características da qualidade dos polímeros a serem injetados, quanto às desregulações das condições de controle de temperaturas, pressões, velocidades, tempos, e todos os outros parâmetros de controle. Esta variabilidade, às vezes ocorre de forma imprevisível. Quando ela acontece quem a retorna à sua normalidade e mantém o ritmo produtivo são os operadores - OPs por intermédio de suas estratégias operatórias e conhecimentos. As habilidades incorporadas juntamente com o conhecimento adquirido ao longo da trajetória de sua vida profissional, os OPs formam a competência.

Para que o processo produtivo de moldagem por injeção atinja índices ótimos de perfeita qualidade existem fatores de influências que estão diretamente ligados a duas formas técnicas consideradas importantes: a) concepção do projeto (basicamente quando se constrói o molde); b) construção do processo de fabricação, o qual irá depender: da escolha da máquina injetora, do projeto do produto a ser manufaturado, dos softwares, da instrumentação, do funcionamento dos controles, do tipo de matéria-prima (formato do polímero e sua distribuição de peso molecular) e das habilidades dos OPs para regular o processo.

No desenvolvimento do projeto para fabricar um tipo de produto o molde de injeção é considerado uma das partes principais do ciclo produtivo com especificações e restrições bem definidas, o qual contempla uma enorme carga tecnológica, devido às exigências mercadológicas (SALVADOR; COSTA, 2007).

Contudo, empresas que dependem dos moldes para fabricar seus produtos finais, através de seus departamentos de engenharia (setor de projetos), buscam manterem-se competitivas atendendo às demandas e exigências desse mercado, cada vez mais disputado e em franca ascensão.

HARADA (2006) recomenda que um projeto bem detalhado de um instrumental (molde de injeção) é a principal atividade para se garantir um alto nível de produção com baixa manutenção. Entretanto, para que isto ocorra há necessidade de serem observados todos os fatores técnicos envolvidos durante o processo de desenvolvimento do

configuração da peça moldada e a matéria-prima que será utilizada no molde. Além disso, quando se trata do molde, deve-se observar fatores tais como: manutenção e desgaste; estabilidade do molde; configuração dos canais de alimentação, sistemas de canais a quente e os sistemas de refrigeração, fatores que influenciam decisivamente na qualidade da peça. Na produção, verificam-se aspectos referentes à mão-de-obra (operadores), máquinas e periféricos, meios de produção e processo.

Diante do contexto apresentado, para suprir as deficiências dos fatores que influenciam no processo produtivo de moldagem por injeção é necessário que os operadores atuem com procedimentos regulatórios, para que o sistema de produção ocorra sempre da forma como foi estabelecido. Tais procedimentos exigem dos operadores o preenchimento da lacuna existente entre a concepção do projeto e a prática do mesmo na atividade real de trabalho.

Nesse sentido, a regulação é constituída de fenômenos complexos nos comportamentos no trabalho. O operador, independente da natureza do trabalho, realiza continuamente, micro e macro estratégias, com base num conjunto de regulações, de forma mais ou menos automatizada, dependendo das variabilidades contingenciais e pessoais que estão presentes e, principalmente, do significado que ele atribui aos dados, informações e das ocorrências das variabilidades do sistema.

O alcance dos objetivos postos pela organização e redefinidos pelos trabalhadores implica em constantes regulações e resoluções de problemas, caracterizando-se por situações típicas dos operadores de buscar a normalidade em função das variabilidades do sistema.

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

O uso do plástico tem exercido interação de modo intenso e diário na vida das pessoas. É notória sua presença nos mais variados setores e com as mais diversas aplicações. Encontra-se o plástico desde sua utilização em produtos simples, como também em produtos complexos, que exigem tecnologia de última geração para serem fabricados.

O avanço das tecnologias concedeu ao plástico o ganho de espaço em diversas aplicações. Percebe-se que os produtos utilizados e comercializados por diferentes setores da indústria brasileira vêm sendo fabricados cada vez mais com diferentes tipos de polímeros ou de resinas termoplásticas.

Atualmente confirma-se sua atuação nos revestimentos de tubos de exploração e refino de petróleo obtido em águas profundas, na

construção civil, calçados, brinquedos, agricultura (chips de identificação de rebanhos), utilidades domésticas, saúde (equipamentos médico-hospitalares, próteses humanas, etc.), embalagens, eletroeletrônicos (telefones, celulares, computadores, tablets, câmeras fotográficas, etc.), aviação (revestimentos de aeronaves e foguetes espaciais) e automobilístico. Esses exemplos identificam algumas das aplicações do plástico que vieram para dar mais segurança, qualidade de vida e praticidade à sociedade.

A evolução do consumo desses materiais é produzida pelo avanço tecnológico dos equipamentos de fabricação, padrões de qualidade, redução do peso dos produtos, facilidade de fabricação, exigências ambientais, consumidores, custos de aplicação e pelas vantagens comerciais que esses produtos representam para a economia brasileira. Portanto, nota-se que para tornar esse setor mais competitivo e produtivo é necessário que as empresas busquem reduzir as perdas econômicas decorrentes da má qualidade dos produtos e processos de fabricação. Nesse aspecto, enquadram-se as empresas fabricantes de produtos de plásticos.

O processo de fabricação de produtos plásticos tem sido amplamente usado por intermédio de sistemas de injeção, os quais utilizam moldes para confecção de peças. Seu crescimento se deve em grande parte ao desenvolvimento de novos materiais plásticos e aos avanços na tecnologia do processo de injeção.

É um processo versátil onde é muito comum utilizar polímeros como matéria-prima, os quais permitem a manufatura desde a produção de pequenos componentes eletrônicos até a produção de peças complexas que requerem excelente tolerância dimensional, como por exemplo, para aviação. Nesse contexto, aproximadamente, 32% do material plástico processado mundialmente têm sua transformação realizada através dos procedimentos de moldagem por sistema de injeção (C-MOLD DESIGN GUIDE, 2012). A Associação Brasileira da Indústria do Plástico – ABIPLAST, criada em abril de 1967 revela dados do ano de 2012, das indústrias de plástico no Brasil referente aos seguintes quesitos: atualmente agrega cerca de 11.690 mil empresas e contribui de modo significativo para a geração e distribuição de renda no país. É o terceiro maior setor empregador da indústria de transformação, com 348 mil postos de trabalho, dos quais 84% estão ligados à área de produção e 13% às áreas administrativas. A indústria de transformação do plástico produziu cerca de R\$ 53,83 bilhões, transformando 6,66 mil toneladas de material plástico, o que resultou num faturamento de R\$ 56,49 bilhões, aproximadamente 7% superior ao

de 2011. No segmento de mercado de eletrodomésticos 2,3% foram destinados à fabricação de componentes para eletroeletrônicos; em relação aos processos de produção 19% foram realizados por intermédio de sistema de injeção (ABIPLAST, 2013).

A disciplina Análise Ergonômica do Trabalho, do Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da UFSC, despertou interesse do pesquisador em realizar um projeto de pesquisa com ênfase de estudo na área de Ergonomia. Procurou-se contactar uma empresa cuja fabricação de seus produtos tivesse como matéria-prima principal os termoplásticos e que seu processo produtivo utilizasse máquinas injetoras. Após conhecer o universo do departamento de máquinas injetoras de uma indústria na grande Florianópolis nasceu a motivação e o foco deste trabalho. Logo a realização da presente pesquisa apóia-se numa empresa que fabrica centrais telefônicas, telefones e centrais de condomínios.

Nos contatos iniciais realizados com os operadores em seus postos de trabalho no departamento de máquinas injetoras foram identificadas várias reclamações devido às seguintes anormalidades: funcionamento do sistema das máquinas injetoras; desenvolvimento do projeto; da elaboração do molde; da instrumentação a ser utilizada no processo de fabricação; dos softwares; tipo de matéria-prima (formato do polímero e sua distribuição de peso molecular).

Eles verbalizaram que nas suas atividades de trabalho estão sempre buscando normalizar o funcionamento do sistema das máquinas injetoras exercendo intervenções para ajustar o ritmo normal da produção.

Há uma comunicação própria e singular nas maneiras dos operadores atuarem na sua atividade de trabalho. Quando ocorrem os imprevistos na sua atividade de trabalho eles usam de artifícios cognitivos para normalizar o processo produtivo. Pode-se afirmar que a construção das experiências dos operadores, de seus modos operatórios de regulações, da capacidade de agirem frente às panes, interrupções, anormalidades, disfuncionamentos do sistema das máquinas injetoras (RABARDEL, 2005, BOUYER, 2008) são originários dos frutos da incorporação de suas vivências práticas, as quais são demonstradas por intermédio de suas formas físicas ou notadamente cognitivas.

O que justificaria as intervenções e regulações dos operadores relacionadas ao funcionamento das máquinas injetoras? Presume-se que na relação homem-sistema-trabalho, ao invés do sistema proporcionar ajuda ao operador na sua atividade de trabalho, confiabilidade e segurança, estaria gerando anormalidades e disfuncionamentos. A

concepção do sistema para o processamento das informações, do fluxo da matéria-prima, dos componentes em forma de máquinas e equipamentos e dos recursos humanos se torna imprescindíveis para que o funcionamento das máquinas injetoras ocorra de maneira normal e facilitadora para os operadores (LIGOMENIDES, 1989).

Necessário, torna-se então compreender o papel que desempenha o agente principal do objeto da pesquisa: o operador de máquina injetora. Trata-se da pessoa responsável em colocar e ajustar, os parâmetros na matriz de molde na máquina de injeção para fabricação de peças de plásticos em conformidade com a concepção do projeto e a demanda a ser produzida. Abastece o silo da máquina com matéria-prima, regula a temperatura, velocidade de operação, água de refrigeração, pressão, tempo de operacionalidade, controla a qualidade das peças produzidas, além de realizar as regulagens durante a operação.

1.1.1 Posto de Trabalho

Esta pesquisa esta focada no estudo do contexto da atividade de trabalho dos operadores de máquinas injetoras, tendo como fator de relevância o uso das regulações, as quais são empregadas mediante estratégias operatórias que são constituídas de formas individuais ou pelo grupo de trabalho quando da ação deles em seus postos de trabalho.

As estratégias operatórias podem ser interpretadas como uma maneira adaptativa biológica, na qual o conhecimento dos operadores se constrói, gradativamente, por intermédio da atuação de suas formas cognitivas (PIAGET, 1983), as quais se estruturam mediante as etapas de crescimento em suas ações de trabalho aprimorando sua inteligência.

A tarefa do operador de máquina injetora implica na exigência física dinâmica (trabalho repetitivo) e de uma forte demanda de exigência cognitiva, pois, para realizar seu trabalho, este profissional administra muitas informações, como: interpretar e memorizar diversos códigos e números ao parametrizar a máquina, fazer cálculos mentais (principalmente de temperatura, pressão e velocidade da máquina). Deve ter visão espacial (noção de relação entre o planejamento de fabricação das peças e a realidade do mesmo) e da existência bem acentuada de pressão temporal, em razão do fluxo de produção ser contínuo. Para realizar o processamento dessas atividades ele conta a todo o momento de suas ações de trabalho com sua memória sensorial (MATLIN, 2004), a qual funciona como uma espécie de sistema de armazenamento que possui uma enorme capacidade de identificar,

codificar, reter, registrar e reaplicar informações de cada um dos sentidos com moderada exatidão.

Figura 2: Posto de trabalho do operador de máquina injetora



Fonte: Empresa pesquisada (2011)

Trata-se de condição bastante complexa, na qual deve haver agilidade manual, intelectual e velocidade de raciocínio. É uma atividade que inclui variabilidade de dados e de ferramentas de trabalho, tais como: máquina injetora, visor dos controladores numéricos dos parâmetros (programação do CNC) de temperatura, pressão, tempo, etc., braço manipulador automático, estilete para corte das rebarbas, localizados no posto de trabalho da máquina injetora (Figura 2).

Pretende-se compreender neste estudo como os operadores agem para resolver situações de anormalidades no funcionamento do sistema de máquinas causadas pelas variabilidades e imprevisibilidades, como por exemplo: falhas dos sensores, erros de parametrização da máquina, teor da qualidade dos polímeros inadequados a serem injetados, desregulagens das condições de controle de temperaturas, pressões, velocidades, tempos, dentre outras, que os levam a usarem seus recursos de movimentos físicos e cognitivos (WISNER, 1987), ou seja, a força física e de ações abstratas de percepção, linguagem, atenção e de vigilância.

Essas irregularidades citadas exigem que o operador interfira com ações cognitivas de regulações (FERREIRA FILHO; GONTIJO, 2012) no funcionamento das máquinas injetoras para que o processo, como por exemplo, a fabricação de telefones, seja concretizada dentro das especificações determinadas pelo departamento de Engenharia de Processos da empresa.

Intervenções desse tipo são muito comuns de se ver nos controles automatizados, principalmente, nas áreas de manutenção da qualidade ou nas próprias operações do fluxo produtivo do processo.

Dessa forma, por mais que os projetistas busquem restringir o espaço do homem na relação com os SA no afã de obterem maior confiabilidade e segurança, a garantia de eficiência¹ produtiva em SA não advém isoladamente dos dispositivos técnicos empregados ou do recurso informático baseado num conjunto de regras previamente incorporado. Para suprir, por exemplo, a falha no sistema da máquina injetora é necessário que o operador realize intervenções reguladoras, no sentido de controlar os efeitos de sua ação para assegurar a normalidade (WISNER, 1994, 1996).

Os projetistas do departamento de Engenharia de Processos da empresa pesquisada tomam o contexto do trabalho dos operadores das máquinas injetoras como dimensões isoladas e independentes. Buscam restringir a autonomia dos operadores sobre o efetivo controle do processo, procurando reduzir o trabalho a tarefas que julgam serem as que eles devam realizar, sem partir de um conhecimento real do trabalho, principalmente, no que se refere às ocorrências de variabilidades e imprevisibilidades no sistema.

Os projetistas em questão, às vezes, não compreendem porque determinadas ações dos operadores é fruto de um empenho extra, onde eles se predispõe a oferecer algo a mais de si mesmo para fazer a produção funcionar. Ou seja, não raro os operadores se encontram numa situação, na qual são obrigados, por um lado, a respeitar as especificações rígidas filiadas a um modelo de racionalidade instrumental estabelecidas pelos níveis hierárquicos superiores e, por outro lado, são compelidos a complementar essas mesmas especificações para garantir a eficiência do sistema.

¹ Sistema eficiente é aquele que permite a conservação da saúde dos trabalhadores paralelamente ao funcionamento satisfatório do ponto de vista da produção e da segurança (WISNER, 1996).

Retomando SILVA (2009), os projetistas deveriam atentar para três fatores técnicos distintos e decisivos na concepção do projeto de um sistema de modelagem de injeção de termoplásticos. Um dos principais fatores são a constituição do molde e os seus elementos, tais como: os materiais, a contração, a geometria da peça, sua aplicação, entre outros. Outro aspecto técnico é o instrumental: as soluções de projeto como a linha de abertura do molde, o ponto de injeção, o sistema de extração, o sistema refrigeração, entre outros. O processo produtivo é outro fator técnico que inclui: número de ciclos desejados, tempo de ciclo, temperaturas de injeção e extração, entre outros.

Os projetistas costumam desconsiderar as estratégias cognitivas que os operadores efetivamente utilizam para elaborar suas representações sobre o estado do processo, criando dispositivos que se baseiam naquilo que quem concebe julga ser necessário para o controle do processo.

GUÉRIN et al. (2008, p. 63) confirma que na atividade prática, o operador às vezes se depara,

[com] uma informação insuficiente sobre o estado da instalação: panes de aparelhos, ausência de informações sobre manutenção e obras, planos desatualizados, uma confiabilidade incerta dos indicadores, a concepção dos sensores pode contribuir para uma informação insuficiente, notadamente nos períodos de operação e da partida de instalações.

A representação da atividade real de trabalho para construção dos parâmetros das máquinas injetoras pesquisadas é concebida para melhorar as condições do posto de trabalho dos OPs, mas quando ocorrem as variabilidades e imprevisibilidades no funcionamento quem busca sua normalidade são os operadores.

Dessa forma, a partir do que foi apresentado os questionamentos são: será que as prescrições existentes nos SA das máquinas injetoras são suficientemente compatíveis com a atividade real de trabalho dos operadores? *Como* os OPs atuam na sua realidade de trabalho? *Como* os OPs agem diante das situações de imprevisibilidades complexas do SA das máquinas injetoras? *Como* os OPs parametrizam as máquinas injetoras em situações de anormalidades. *Como* os OPs mantêm a produção determinada pelos superiores frente à complexidade das tarefas?

Essas indagações, após análises nos postos de trabalho comprovarão que o processo sistematizado das máquinas injetoras, às vezes não é totalmente perfeito e nem sempre facilita a atividade de trabalho dos operadores. Os projetistas do sistema se basearam em regras prescritas e nas ações dos OPs, *tentando* reproduzi-las para o SA, a fim de facilitar suas tarefas. Mas conseguiram captar somente aquelas ações repetitivas, chamadas por COLLINS (1990) de *atos maquinais*. Assim, esse distanciamento entre as informações prescritas pelo departamento de Engenharia de Processos e o trabalho real nas regulações nos processos de trabalho são supridas pelos OPs (WISNER, 1996; SANTOS, 1997) através de intervenções sobre os incidentes para minimizar os tempos parados e atender a produção esperada.

Com base no que foi apresentado, elaborou-se o seguinte questionamento geral de pesquisa: *Como* os operadores de máquinas injetoras de uma indústria de centrais telefônicas, telefones e centrais de condomínios executam regulações para buscar a normalidade no processo de produção diante das variabilidades e imprevisibilidades que ocorrem no funcionamento do sistema?

1.2 OBJETIVOS

Para responder ao questionamento acima apresentado, o qual foi definido como motivo a ser investigado neste projeto de pesquisa foi estruturado os objetivos abaixo, com o intuito de levantar as informações, teóricas e práticas, indispensáveis à execução deste trabalho.

1.2.1 Objetivo Geral

Compreender como os operadores de máquinas injetoras de uma indústria de centrais telefônicas, telefones e centrais de condomínios agem diante das variabilidades que ocorrem no exercício de sua atividade, na busca da normalidade do processo de trabalho.

1.2.2 Objetivos Específicos

1) - Descrever como os operadores realizam suas intervenções frente aos problemas inesperados, decorrentes de tarefas programadas e não-programadas relativas aos parâmetros do controle de temperatura, velocidade, tempo e pressão das máquinas injetoras;

2) - Compreender como acontece a variabilidade nas máquinas injetoras;

3) – Identificar as estratégias que os operadores de máquinas injetoras constroem diante da variabilidade em seu trabalho;

4) – Propor, conforme a AET, procedimentos de melhorias do sistema visando à adaptação dos operadores perante os disfuncionamentos das máquinas injetoras.

1.3 JUSTIFICATIVA

Este trabalho busca compreender como os operadores desenvolvem suas ações reguladoras nos processos de trabalho buscando a normalidade do funcionamento das máquinas injetoras diante das paralisações que ocorrem no sistema.

A pesquisa foi realizada com os operadores em seus postos de trabalho, no departamento de injeção de uma indústria de centrais telefônicas, telefones e centrais de condomínios, localizada na região metropolitana de Florianópolis, Santa Catarina. Tem-se como foco a compreensão do modo de agir com base na regulação do trabalho por parte desses trabalhadores.

Justifica-se a relevância científica por auxiliar os estudos sobre as relações entre o uso de estratégias operatórias e de regulação nos processos de trabalho, principalmente com os operadores de máquinas injetoras, de manufaturação de produtos plásticos.

Dessa forma, além de contribuições ao descrever e interpretar como os operadores regulam o funcionamento das máquinas injetoras de manufaturação de produtos plásticos pretende-se proporcionar um entendimento sobre a dinâmica que se estabelece na interação entre suas intervenções nos disfuncionamentos do sistema e os procedimentos de regulações utilizados por eles na sua atividade de trabalho.

Com este estudo, espera-se contribuir com recomendações que se fizerem pertinentes à melhoria de funcionamento do SA das máquinas injetoras enfatizando como os operadores de máquinas injetoras de manufaturação de produtos plásticos agem perante as variabilidades e imprevisibilidades ocasionadas pelas deficiências relacionadas ao funcionamento do sistema; nas quais são exigidas regulações nos processos de trabalho para buscar sua normalidade.

1.4 PRESSUPOSTOS DO TRABALHO

- O posto de trabalho do operador de máquinas injetoras gera muita complexidade na realização da atividade de trabalho, na gestão das variabilidades e imprevisibilidades que ocorrem no exercício de sua atividade de trabalho, inerente a esse processo. Assim, parte-se do pressuposto de que o trabalho é muito mais complexo do que é normalmente considerado. Para efeito do cumprimento das tarefas (conforme descrito no item 1.1.1), há exigência da força física dinâmica (trabalho repetitivo) e uma forte demanda de estratégias cognitivas do operador de máquinas injetoras;
- Existem atribuições não prescritas que se relacionam entre exigências de estratégias cognitivas dos operadores de máquinas injetoras associadas ao disfuncionamento do sistema de máquinas injetoras;
- O operador de máquinas injetoras busca a normalidade de funcionamento do sistema exercendo intervenções de regulações nos processos de trabalho para garantir a produção;

1.5 DELIMITAÇÕES DO ESTUDO

Nesse contexto, estabelecem-se as delimitações do estudo. O recorte definido para este estudo fica no âmbito do entendimento dos operadores de máquinas injetoras, do departamento de injeção, de uma indústria de centrais telefônicas, telefones e centrais de condomínios, localizada na região metropolitana de Florianópolis, Santa Catarina, os quais lidam com as variabilidades e imprevisibilidades que ocorrem no funcionamento de máquinas injetoras e se baseiam nos problemas da pesquisa colocados anteriormente.

Quanto à defesa de exame de qualificação, a proposta de tese (números: 24/2012 e 227 no total do PPGE/UFSC) foi aprovada pela banca examinadora no dia 18 de dezembro de 2012.

As variáveis centrais debatidas neste estudo foram à ergonômica e a sociotécnica. Dessa forma, fica clara a aderência do estudo proposto com a área da Engenharia de Produção, linha de pesquisa em Gestão Ergonômica da Produção, do PPGE/UFSC, notadamente a ergonomia cognitiva, que busca a compreensão da atividade humana de trabalho e aplicação destes conhecimentos à adequação das situações de trabalho.

Quanto à autorização para a divulgação dos dados coletados e resultados obtidos, foi concedida a concordância após solicitação feita

aos dirigentes da empresa, através de formalização para diretoria de recursos humanos. Ao Supervisor de Produção de Injetados e demais trabalhadores do departamento de injeção que participaram da pesquisa foram, da mesma forma, solicitado pedido e autorização para a realização das entrevistas, seguido de esclarecimentos das etapas da pesquisa. A pesquisa ocorreu entre os anos de 2011 e 2013.

1.6 CARACTERIZAÇÃO GERAL DA PESQUISA

A pesquisa foi qualitativa. A base principal da pesquisa qualitativa foi um estudo de caso, e teve como fase inicial a fase exploratória, com a Análise Ergonômica do Trabalho (GUÉRIN et al., 2001). A fase exploratória permitiu conhecer o trabalho do operador de máquinas injetoras, bem como os fatores que representam sua carga trabalho. A pesquisa quantitativa foi transversal e descritiva.

Este estudo caracteriza-se, segundo (GAYA, 2008; GIL, 2010), como uma pesquisa exploratória, pois, de acordo com os autores, busca a análise de conteúdo para extrair generalizações com o propósito de produzir categorias conceituais que possam vir a ser operacionalizadas em um estudo subsequente.

MINAYO (2004, p. 89) expressa, que a fase exploratória da pesquisa é muito importante, uma vez que “compreende a etapa da escolha do tópico de investigação, de delimitação do problema, de definição do objeto e dos objetivos, de construção do marco teórico conceitual, dos instrumentos de coleta de dados e da exploração do campo”.

O estudo qualitativo é rico em dados descritivos, tem um plano aberto e flexível e focaliza a realidade de forma complexa e contextualizada. A metodologia qualitativa preocupa-se com analisar e interpretar aspectos mais profundos, descreve a complexidade do comportamento humano. Fornece análise mais detalhada sobre as investigações, hábitos, atitudes, tendências de comportamento (LAKATOS e MARCONI, 2009).

Optou-se por tal forma de estudo para analisar os operadores de máquinas injetoras, pois,

a pesquisa descritiva busca descrever as características de grupos, e estimar a proporção de elementos numa população específica que tenham determinadas características ou comportamentos, bem

como descobrir ou verificar a existência de relação entre as variáveis (MATTAR, 2008, p. 13).

Os procedimentos técnicos utilizados foram a pesquisa bibliográfica e o estudo de caso. A pesquisa bibliográfica caracteriza-se pela utilização de material já publicado, onde foram utilizadas nesta etapa teses, dissertações, livros, periódicos, anais de eventos científicos e materiais disponibilizados na internet.

De acordo com Gil (2010), o estudo de caso consiste no estudo profundo de um ou poucos casos, com o objetivo de se obter uma visão global do problema e fatores que o influenciam ou são por ele afetados. Por focar em um ou poucos casos, tornar-se, portanto a limitação deste presente estudo.

Os procedimentos metodológicos adotados na pesquisa buscam diagnosticar problemas específicos em situações singulares com a finalidade de alcançar resultados práticos, porém, não necessariamente comuns.

Para realizar a coleta de dados foram utilizados registros fotográficos e de áudio durante as observações no departamento de injeção da empresa pesquisada para posterior análise e registro de informações. A análise dos dados considerou as seguintes etapas: Descrição das atividades desenvolvidas pelos operadores e a tabulação em formulário específico para as análises e discussão.

Na execução da pesquisa houve participações direta dos auxiliares de operações, operadores e supervisores de máquinas injetoras da empresa investigada.

1.7 ESTRUTURA DA TESE

Além do primeiro capítulo esse trabalho foi organizado em cinco capítulos.

O primeiro capítulo apresenta com a introdução e a contextualização geral da tese, seus objetivos, justificativas, pressupostos, delimitações, metodologia geral, caracterização geral da tese e a organização dos capítulos.

O segundo capítulo trata da fundamentação teórica, contemplando os conhecimentos julgados relevantes para o apoio na construção do estudo. Os principais foram: ergonomia, polímero, máquinas de injeção de termoplásticos, fatores de variabilidade do

processo produtivo de peças fabricadas, regulação nos processos de trabalho e sua relação com a ergonomia.

O terceiro capítulo descreve a fundamentação metodológica, as etapas e os procedimentos para o desenvolvimento do estudo de caso.

O quarto capítulo apresenta as análises obtidas dos resultados.

O capítulo cinco, são apresentados as conclusões da tese, bem como aponta sugestões de estudos futuros.

Por fim, serão mencionadas as referências e em seguida os apêndices utilizados como base para elaborar a presente pesquisa.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo situam-se as investigações relativas à atividade de trabalho do operador de máquinas injetoras de uma indústria de centrais telefônicas, telefones e centrais de condomínios.

Tem por objeto realizar os levantamentos de dados a partir da literatura consultada, os quais foram embasados em argumentos textuais de teses, dissertações, livros, periódicos, anais de eventos científicos e materiais disponibilizados na internet referente aos temas: ergonomia, regulação, variabilidade, imprevisibilidade, normalidade, complexidade no trabalho e injeção de termoplástico.

São analisados na literatura diversos autores que servem de modelagem conceitual aos fatores que se relacionam com a instigação deste estudo, como, por exemplo, a complexidade, tem papel importante para compreender como os operadores na sua atividade de trabalho lidam com a busca da normalidade diante das variabilidades e imprevisibilidades que ocorrem no funcionamento do sistema de fabricação de centrais telefônicas, telefones e centrais de condomínios.

2.1 PROCEDIMENTOS INTRODUTÓRIOS E O MÉTODO DA ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO (AET)

2.1.1 - Origem da Ergonomia

A primeira definição de Ergonomia foi elaborada em 1857 sob os efeitos do movimento industrialista na Europa. Seu significado originou-se do estudo de um cientista polonês, Wojciech Jarszebowsky que de acordo com os aspectos históricos da época, defendeu um entendimento em que mencionava a Ergonomia como uma ciência natural, artigo que se intitulava “Ensaio de ergonomia ou ciência do trabalho, baseada nas leis objetivas da ciência sobre a natureza”. Assim, o nascimento da definição de ergonomia estabelecia:

A ergonomia como uma ciência do trabalho
requer que entendamos a atividade humana
em termos de esforço, pensamento,
relacionamento e dedicação
(JARSZEBOWSKY, 1857).

O autor definiu também ergonomia juntando dois termos gregos *ergon*= trabalho e *nomos*= leis, para denotar a ciência do trabalho, na qual ergonomia é uma disciplina inicialmente orientada aos sistemas de

trabalho e que modernamente se estende por todos os aspectos da atividade humana.

O tema ergonomia é retomado quase cem anos depois, quando um grupo de cientistas e pesquisadores se reúne, interessado em formalizar a existência desse novo ramo de aplicação interdisciplinar desta ciência.

Por consequência, de diversas reuniões em 1949 é constituída a primeira sociedade de Ergonomia, a *Ergonomics Research Society*. Paralelamente, nessa época, a experiência dos cientistas junto aos equipamentos militares e os estudos práticos, para aumentar a eficácia nos combates, a segurança e conforto dos soldados, marinheiros e aviadores durante a II Guerra Mundial, fizeram com que eles adaptassem para indústria seus aprendizados da guerra, voltados para a produção civil, utilizando-se dos métodos e técnicas empregados anteriormente. Dessa forma, nasceu uma corrente de ergonomia chamada de fatores humanos (*Human Factors Engineering* ou HFE), como uma continuidade da prática empregada na II Guerra Mundial, a qual direcionava seus conceitos para produção em operações civis.

Ainda, em 1949, a *Ergonomics Research Society* realizou esta definição para ergonomia: “Ergonomia é o estudo do relacionamento entre o homem e seu trabalho, equipamento e ambiente e, particularmente, a aplicação dos conhecimentos de anatomia, fisiologia e psicologia na solução dos problemas surgidos desse relacionamento”.

Em 1955, é publicada a obra considerada precursora da AET- Análise Ergonômica do Trabalho intitulada “*L’analyse du Travail: Facteur d’Économie Humaine et de Productivité*” de (OMBREDANE; FAVERGE, 1955) que se torna decisiva para a evolução da metodologia ergonômica.

Nesta publicação, os autores colocam em evidência a discrepância entre o trabalho prescrito (previsto) e o trabalho real (efetivo), enfatizando a necessidade de análise das atividades dos trabalhadores, em situações reais de trabalho como premissa para se compreender cientificamente a interação entre indivíduo, tarefa e ambiente de trabalho.

Essa perspectiva metodológica firma-se, a partir dos anos 50, com o surgimento de laboratórios de pesquisa na França, Bélgica e Suíça que buscam compreender a inter-relação homem-trabalho com foco, sobretudo, em fatores antropométricos, biomecânicos e psicológicos. Tais iniciativas terminam por forjar uma vertente de Ergonomia, de filiação francófônica (países de língua francesa), com destaque para as contribuições de Suzanne Picaud, Jules Amar, Pierre

Cazamian, Alain Wisner, Etienne Grandjean, Jacques Leplat, Maurice de Montmollin e Antoine Laville. Esta abordagem se consolida com a fundação em 1963 da Sociedade Ergonomia de Língua Francesa (SELF), em Paris.

Estes autores preconizavam que o projeto de um posto de trabalho deveria ser precedido por um estudo etnográfico da atividade que demonstrasse o distanciamento das análises entre as suposições iniciais do trabalho prescrito e as análises finais do trabalho real. Em 1966, Alain Wisner formaliza a Análise Ergonômica do Trabalho (AET).

No caso do Brasil, apesar de relativamente recente, a ergonomia tem-se destacado rapidamente na área acadêmica. De fato, em 31 de agosto de 1983 foi criada no país a Associação Brasileira de Ergonomia. Em 1989, foi implantado o primeiro curso de Mestrado na área de concentração em Ergonomia no país, dentro do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, da Universidade Federal de Santa Catarina.

É destaque em 1990 para o Brasil, onde o Ministério do Trabalho e Previdência Social instituiu a Portaria n. 3.751, de 23/11/90 que baixou a Norma Regulamentadora - NR17, que trata especificamente da ergonomia,

esta norma visa estabelecer parâmetros que permitam a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, de modo a proporcionar um máximo de conforto, segurança e desempenho eficiente.

Com esta norma se desperta o interesse pela ergonomia no meio empresarial brasileiro.

Nos Estados Unidos, da mesma forma, o uso corrente da ergonomia no meio empresarial só aconteceu, de fato, a partir de 1970, quando a Agência de Segurança e Saúde Ocupacional daquele país - *Occupational Health and Safety Agency* (OSHA), criou regulamentos exigindo das empresas um ambiente livre de acidentes, saudável e seguro.

Desde então, a ergonomia tem evoluído de forma significativa e, atualmente, pode ser considerada como um estudo científico interdisciplinar do ser humano e da sua relação com o ambiente de

trabalho, estendendo-se aos ambientes informatizados e seu entorno, incluindo usuários e tarefas.

2.1.2 - Conceitos de Ergonomia

Para WISNER (1987), Ergonomia:

é o conjunto dos conhecimentos científicos relacionados ao homem e necessários a concepção e instrumentos, máquinas e dispositivos que possam ser utilizados com o máximo de conforto, segurança e eficiência.

A Ergonomia segundo LAVILLE (1977) é:

o conjunto de conhecimentos a respeito do desempenho do ser humano em atividade, a fim de aplicá-los á concepção de tarefas, dos instrumentos, das máquinas e dos sistemas de produção.

Distinguem-se, habitualmente, segundo este autor, dois tipos de ergonomia: ergonomia de correção e ergonomia de concepção. A primeira procura melhorar as condições de trabalho existentes e é, frequentemente, parcial e de eficácia limitada. A Segunda, ao contrário, tende a introduzir os conhecimentos sobre o ser humano desde o projeto do posto, do instrumento, da máquina ou dos sistemas de produção.

IIDA (2005) define a ergonomia como "o estudo da adaptação do trabalho ao ser humano". Neste contexto, o autor aponta para a importância de se considerar além das máquinas e equipamentos utilizados para transformar os materiais, também toda a situação em que ocorre o relacionamento entre o ser humano e o seu trabalho, ou seja, não apenas o ambiente físico, mas também os aspectos organizacionais de como esse trabalho são programados e controlados para produzir os resultados desejados.

A *Ergonomics Research Society* da Inglaterra define ergonomia como: "o estudo do relacionamento entre o ser humano o seu trabalho, equipamento e ambiente, e particularmente, a aplicação dos conhecimentos de anatomia, fisiologia e psicologia, na solução de problemas surgidos neste relacionamento".

A *International Ergonomics Association* – IEA conceitua ergonomia como o estudo científico da relação entre o homem e seu meio, método e espaços de trabalho. Seu objetivo é elaborar, mediante a contribuição de diversas disciplinas científicas, que a compõem, um corpo de conhecimentos que, dentro de uma perspectiva de aplicação, deve resultar em uma melhor adaptação ao homem dos meios tecnológicos e dos ambientes de trabalho e de vida (IEA, 2012).

No Brasil, a Associação Brasileira de Ergonomia – ABERGO menciona um procedimento classificatório do entendimento da Ergonomia como o estudo das interações das pessoas com a tecnologia, a organização e o ambiente, objetivando intervenções e projetos que visem melhorar, de forma integrada e não-dissociativa, a segurança, o conforto, o bem-estar e a eficácia das atividades humanas (ABERGO, 2012).

2.1.3 - Classificação dos Conceitos de Ergonomia

Para *International Ergonomics Association* (IEA, 2012) a ergonomia criou domínios que podem ser considerados como especializados, nos quais esta associação sugere uma classificação de conteúdos ergonômicos empregados da seguinte forma: ergonomia física, cognitiva e organizacional.

Ergonomia Física - concernem as características da anatomia humana, antropometria, fisiologia e biomecânica em sua relação com a atividade física. Os tópicos relevantes incluem a postura no trabalho, manuseio de materiais, movimentos repetitivos, distúrbios músculo esqueléticos relacionados ao trabalho, projeto de postos de trabalho, segurança e saúde.

Ergonomia Cognitiva – refere-se aos processos mentais, tais como percepção, memória, raciocínio, e resposta motora, conforme afetam interações entre seres humanos e outros elementos de um sistema. Os tópicos relevantes incluem carga mental de trabalho, tomada de decisão, performance especializada, interação homem-computador, estresse e treinamento conforme estes se relacionam aos projetos envolvendo seres humanos e sistemas.

Ergonomia Organizacional – se faz presente nas atividades de otimização dos sistemas sócio-técnicos, incluindo suas estruturas organizacionais, políticas e processos. Os componentes que se destacam incluem comunicações, gerenciamento de recursos de tripulações (domínio aeronáutico), projeto de trabalho, organização do trabalho,

trabalho em grupo, projeto participativo, cultura organizacional, organizações em rede, teletrabalho e gestão da qualidade.

Apesar de a classificação apontar para especializações distintas da ergonomia, há de ressaltar que para o mundo da realidade do trabalho o sistema é complexo, onde cada um dos aspectos mencionados como especializado intervêm a seu modo, de forma interdependente ou sistêmica, os quais devem estar interligados na análise geral.

Assim sendo, pode-se construir uma base de conhecimento em ergonomia por intermédio da formação de constituintes físicos, cognitivos e organizacionais, mas sem acreditar que cada um destes elementos, influa de forma isolada e comportada na análise real do trabalho.

2.1.4 - A intervenção ergonômica na atividade de trabalho

A AET como forma metodológica de intervenção ergonômica nas situações de trabalho tem sugerido como idéia básica, o estudo da distinção entre o trabalho prescrito, conhecido como tarefa e o trabalho real, que é aquele efetivamente realizado pelo operador, o qual está em um contexto de uma situação específica, no sentido de cumprir os objetivos descritos pela tarefa. Pode-se denominar que palavra atividade para ergonomia é caracterizado por este “fazer” que é manifestado pelo operador.

Várias etapas compõem esta análise que tem como ação integradora a linha de discussão entre análise da demanda e análise da atividade. Seu primeiro momento para análise é identificar a demanda inicial que sempre converte no aparecimento de um problema, no qual deverá ser investigado o esclarecimento dessa demanda, tendo em vista o conteúdo proposto nos procedimentos de intervenção.

Para que ocorra uma intervenção ergonômica pressupõe-se que o procedimento seja iniciado a partir da identificação da demanda que, com toda certeza, pode se transformar no confronto com a realidade do trabalho.

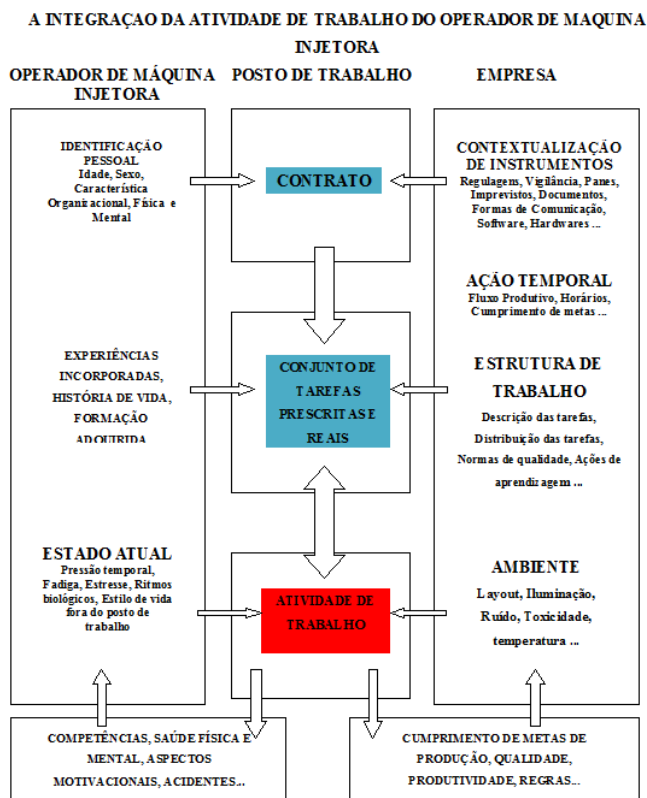
Esclarecida a demanda, a etapa seguinte é instigar o aprofundamento das características que permeiam a compreensão do contexto no qual o trabalho está instalado, ou seja, o cenário onde está inserido: o operador, o trabalho e a empresa.

Estes fatores são pertinentes para que seja iniciada a fase operacional da AET, a qual tem como objeto a análise das prescrições, das condições reais da atividade e das funções efetivamente exercidas pelos OPs, na realização da suas tarefas (LAVILLE, 1977). Este deve

ser o melhor caminho para que se responda a indagação com mais essência da demanda proposta.

Neste enfoque, GUÉRIN et al., (2001, p. 27) trabalham um modelo de função integradora da atividade de trabalho, o qual foi adaptado para o presente estudo de pesquisa. A composição estrutural da situação de trabalho é organizada por um fator centralizador que é o desempenho do operador de uma máquina injetora, em sua atividade no seu posto de trabalho. A figura 3 demonstra a unificação do operador de uma máquina injetora e sua integração na atividade de trabalho.

Figura 3: A integração da atividade de trabalho do operador de máquina injetora



Fonte: Adaptado: GUÉRIN et al., (2001, p.27)

Observa-se do lado esquerdo da figura, as características representativas do operador com suas particularidades específicas. No lado direito está configurada a empresa com a composição de seu ambiente, suas normas, regras e os demais conteúdos que formam a contextualização do trabalho. No centro deste modelo estrutural encontra-se: o contrato de trabalho do operador, a definição das tarefas prescritas e as reais e, o desempenho da própria atividade de trabalho.

Por intermédio da atividade de trabalho o operador se compromete em cumprir as metas de realização da produção com a qualidade que é estabelecida pelas regras da empresa. Para que o operador atinja os objetivos da produção e da produtividade é necessário que use de suas competências físicas e mentais, levando em consideração as ferramentas e o ambiente de trabalho, para realização de sua atividade.

De maneira geral a abordagem acima mencionada será considerada como elemento balizador e de reflexão, para intervenção ergonômica foco desta investigação. A atividade de trabalho representada no esquema anterior é a chave principal da análise dos componentes da situação de trabalho do operador de máquina injetora.

Dessa forma, por mais que as atividades de trabalho possam ter a abrangência e formas bem definidas, os parâmetros de funcionamento quando são projetados para as máquinas injetoras tem a intenção de agilizar e facilitar os OPs na execução de suas tarefas, mas na realidade de trabalho o cenário é outro, exigindo uma gestão complementar da cognição humana. As demandas das variações dos parâmetros nas máquinas injetoras sempre levam os OPs a agirem com suas habilidades cognitivas. Isto é demonstrado por decorrência de falhas ou panes, por exemplo, quando ocorrem: aumentos ou reduções de temperaturas; alterações na pressão; aumentos ou reduções na velocidade do material injetado; moldes não compatíveis com os projetos ou com as máquinas injetoras, alterações nos tempos de produção; qualidade dos polímeros (matéria-prima), deformações nas peças acabadas; as quais exigem dos OPs uma pressão temporal para solucioná-las.

Argumentam HENRIQSON et al., (2009, p.438) sobre as falhas de concepção dos sistemas em relação ao fator tempo, são propostos contextos de imprevisibilidade e pressão que afetam a tomada de decisão dos operadores. Os operadores diante da presença do fator “irreversibilidade” na operação têm que agir tomando uma decisão.

Esse discurso no mundo do trabalho motivou esta pesquisa e por decorrência indaga-se o seguinte: as representações existentes nos projetos dos sistemas de funcionamento das máquinas injetoras são

compatíveis, com a atividade real de trabalho dos operadores? Quais as atuações dos OPs na sua realidade de trabalho? Os OPs agem de que forma com o conflito, perante as situações de imprevisibilidade e complexas do SA das máquinas injetoras? Em situações de normalidades e de anormalidades *como* os OPs parametrizam as máquinas injetoras? Diante aos distúrbios da complexidade das tarefas *como* os OPs mantêm a produção estipulada pelos superiores?

Para responder estas questões é importante estudar as interfaces do funcionamento do SA das máquinas injetoras, respeitando para análise a integração da atividade de trabalho dos OPs com as demais funções que compõem seus postos de trabalho.

Sustenta WISNER (1987, 1994) que de acordo com a Análise Ergonômica do Trabalho-AET, o discurso dos OPs a respeito da atividade de trabalho deve ser mediado pelos traços objetivos da própria atividade. Grandes parcelas da atividade são reguladas de forma subconsciente, unicamente a observação exterior e sistemática das ações visíveis não responde aos questionamentos que envolvem a consciência dos OPs, bem como suas ações cognitivas. Dessa forma, justifica-se que a AET contribua de modo a fornecer um formato mais claro e objetivo de compreender as verbalizações dos OPs.

MARTINS (2010, p.51) também defende,

[...] que as interpretações individuais são peças de um mosaico organizacional que o pesquisador qualitativo precisa capturar, para entender a complexidade pesquisada. O pesquisador precisa estar consciente de que os diversos pontos de vista se completam, mas também se divergem.

Exatamente desse elemento cultural é que evidências interessantes podem ser apreendidas para responder a questão da pesquisa.

2.2 REGULAÇÃO NOS PROCESSOS DE TRABALHO

A regulação está inserida no processo de trabalho, assim como em todo processo de ação social. É tida como um processo porque pode ser interpretada sob várias formas como nos ensinamentos das disciplinas relacionadas à Biologia, Psicologia e Análise do Trabalho.

2.2.1 O conceito de regulação

O conceito de regulação é amplamente difundido pelos analistas do trabalho, no âmbito da Psicologia do Trabalho, da Ergonomia e da Psicodinâmica do Trabalho. Na atividade do trabalho para que serve a regulação? Que definições são conhecidas? Para responder esses questionamentos é necessário recuperar a origem do uso científico do conceito de regulação, bem como o acompanhamento de seu deslocamento para as ciências comportamentais.

Na lei geral da Biologia a palavra regulação tem a vigência das características do meio interno, mesmo quando há mudanças nas condições externas (BAKER, 1975). Entende-se que a regulação é um dos instrumentos utilizados por um organismo ou sistema para retornar ao estado de equilíbrio interno, perante a uma alteração provocada pelo meio. Nos sistemas tidos como mecânicos a interpretação de regulação é ainda maior. A situação idêntica de equilíbrio dinâmico dos organismos vivos é chamada de homeostase (BAKER, 1975). Homeostase e equilíbrio não podem ficar separados da regulação.

A homeostase é definida por AURÉLIO (2011) como uma propriedade auto-reguladora de um sistema ou organismo que permite manter o estado de equilíbrio de suas variáveis essenciais ou de seu meio ambiente. Entende-se, então, que a regulação age de forma a regular o próprio organismo como também as variáveis essenciais de seu meio para garantir a homeostase.

PIAGET (1983) indica na epistemologia genética a regulação como função de equilíbrio. Na sua obra Epistemologia Genética elaborou sua teoria sobre biogênese e psicogênese do conhecimento, na qual propõe uma compreensão interdisciplinar acerca do comportamento humano, mais especificamente direcionado a produção do conhecimento. Ele recorreu às origens biológicas e estruturais de uma interação entre organismo e meio. Ultrapassou a dicotomia objeto-sujeito do conhecimento, da qual seria possível procurar indefinidamente a gênese. Onde há vida há interação entre o ser vivo e o meio ambiente que a promove.

É reconhecida como regulação a relação entre o organismo e o meio, a qual remonta à embriogênese e estende-se até os comportamentos cognitivos. Sob o ponto de vista do comportamento, a regulação é definida como uma zona intermediária entre o que é inato e o que é adquirido. No aspecto epistemológico, o conhecimento é definido como categorias inatas do sujeito, com as quais ele capta a realidade exterior (idealismo), por outro lado é visto como externo,

pertencente à natureza dos próprios objetos, que introduz uma marca no sujeito pela sua experiência (AZEVEDO, 2010).

Na teoria do desenvolvimento piagetiana (PIAGET, 1983) a criança e, portanto, o ser humano, passa a ser entendido como ser ativo, constantemente agindo no sentido de construir a si mesmo e ao mundo a sua volta. Os processos de assimilação e acomodação são os principais responsáveis pelo equilíbrio dinâmico, que caracteriza a interação da criança com seu meio. A assimilação é o processo de incorporação de novas situações, em termos das que já lhes são familiar, ajustando o que já está disposto para que o indivíduo possa reagir de maneira semelhante às situações passadas. A acomodação ocorre quando os estímulos ambientais exigem novas reações em situações conhecidas. Ambos são regulados para que seja alcançado um equilíbrio das funções cognitivas.

Neste aspecto, o referido autor coloca três condições fundamentais da autoregulação: a) é uma condição prévia das transmissões hereditárias; b) é mais ampla que o conteúdo das transmissões hereditárias, em razão de sua universalidade e c) levam a uma necessidade de forma superior. Ele resume essas três condições identificando-as como: anterioridade, generalidade e progressividade da auto-regulação. A ação de regular um estado interno frente a uma alteração do meio, para PIAGET (1983), está presente desde os genes até os comportamentos cognitivos. Dessa maneira, a regulação é definida como anterior às transmissões hereditárias e de caráter mais geral que as mesmas, posto que essas ainda variem de espécie para espécie, enquanto a própria ação de regular é universal, é um mecanismo de manutenção da vida. A última característica, a chamada de progressividade, comporta a noção de evolução, uma vez que o equilíbrio posterior é sempre considerado como portador de uma forma superior de organização.

No âmbito da Psicologia do Trabalho, LEPLAT é um dos importantes colaboradores teóricos para delimitar a contribuição da Psicologia para a análise do comportamento no trabalho. De acordo com WISNER (1994), ele enfatiza que a análise do comportamento no trabalho não se reduz, simplesmente, à aplicabilidade de esquemas técnicos, por mais confiável que essa maneira de desenvolvê-lo possa ser concebida. A imposição de um grau de objetividade, que garanta a confiabilidade para futuras interpretações, não deve submeter os procedimentos metodológicos a uma forma lógica simplista e causalista, na qual a dimensão humana seja reduzida ou afastada. Compete ao analista do trabalho construir uma competência que lhe permita entender as múltiplas dimensões do trabalho e suas interrelações. É necessário

obter uma visão generalista das condições e da organização do trabalho e do meio sociotécnico no qual o mesmo é constituído. É através do comportamento do trabalhador que se resumem essas diferentes dimensões do trabalho.

Para analisar os comportamentos, o analista deve conhecer a distinção entre tarefa e atividade. A tarefa é o fim a se alcançar conforme as condições que lhe são oferecidas. A atividade é resultado daquilo que o trabalhador coloca em prática para executar a tarefa LEPLAT (1986). A tarefa, por sua vez, distingue-se em prescrita e efetiva. Tarefa prescrita é a especificada pela organização do trabalho e obrigatória ao trabalhador, enquanto a tarefa efetiva é a tarefa já redefinida pelo trabalhador para possibilitar a execução, tendo em vista as particularidades do posto do trabalho e as especificidades de cada operador. Segundo (LEPLAT, 1986; AZEVEDO, 2010), essa diferença entre tarefa prescrita e efetiva é reveladora da inadaptação existente entre tarefa e sujeito.

LEPLAT; CUNY (1977) ao estudar a “análise dos comportamentos” elaboraram a principal questão a ser respondida durante a análise do trabalho: *como* é que o torneiro coloca a peça, *como* aprecia ele o apertar e o centrar dessa peça, *por que* escolhe este ou aquele instrumento, esta ou aquela velocidade. Sintetizando, *como* ele regula seu comportamento, quais as características do desenvolvimento de sua atividade?

A Psicologia do Trabalho trata a regulação como conceito básico na análise do comportamento no trabalho. LEPLAT (1986) estimula a reflexão sobre o distanciamento que há entre a concepção e execução do trabalho provocado pelo advento do taylorismo. Afirma que o trabalhador perdeu a autonomia de decisão relacionada aos meios e resultados do processo produtivo no qual está inserido, recaindo sobre o trabalhador a missão de regular todos os imprevistos e as variabilidades. Os dirigentes, na concepção do processo de trabalho, planejam e especificam os meios necessários à produção, na medida em que dividem as tarefas, elaboram critérios, normas e regras e, ainda, definem as metas a serem alcançados em tal processo. Subjacentes às prescrições e às condições do trabalho encontram-se as exigências externas, ambientais, instrumentais e organizacionais.

LEPLAT (1986, p. 68) indaga: “Como os objetivos fixados não podem ser modificados pelos interessados, esta regulação pode acarretar aumentos da carga de trabalho”. Nessa passagem, LEPLAT caracteriza um modo operatório no qual o operador, não podendo alterar os meios nem os resultados de seu trabalho, regula seu comportamento de modo a

atingir o resultado prescrito pela tarefa, mesmo a custo do aumento da carga. A situação descrita pode ser conhecida a partir da Análise Ergonômica do Trabalho-AET.

A AET é formulada como metodologia de pesquisa e intervenção no mundo do trabalho. Para os analistas que utilizam a AET como metodologia, a Ergonomia constitui-se na arte de implicar os atores sociais na construção de conhecimentos que instrumentalizem e situe a ação de compreender e transformar o trabalho.

SANTOS (1997) afirma que a análise ergonômica é composta de três fases: análise da demanda, análise da tarefa e análise da atividade. É necessário que os atores envolvidos sejam implicados desde a análise da demanda. A implicação deles conduzirá a uma confrontação dos diferentes pontos de vista presentes na organização de trabalho. Cada percepção representa valores e reflete as funções que os membros da organização desempenham e são orientados principalmente perante os resultados organizacionais, condições da produção e atividade de trabalho.

Quando o trabalhador se encontra na sua situação de trabalho se torna possível observar essas implicações e seus reflexos na organização. Ali estão as realidades das relações recíprocas entre os processos ambientais, tecnológicos e psicossociais. Os trabalhadores, a partir da prescrição de suas tarefas, fazem uso de instrumentos fabricados para realizarem a atividade de trabalho, em condições pré-determinadas e de um modo particular, denominado de “modo operatório”.

Expressa FALZON (2007, p. 10), que “a regulação é um mecanismo de controle que compara os resultados de um processo com uma produção desejada e ajusta esse processo em relação à diferença constatada”.

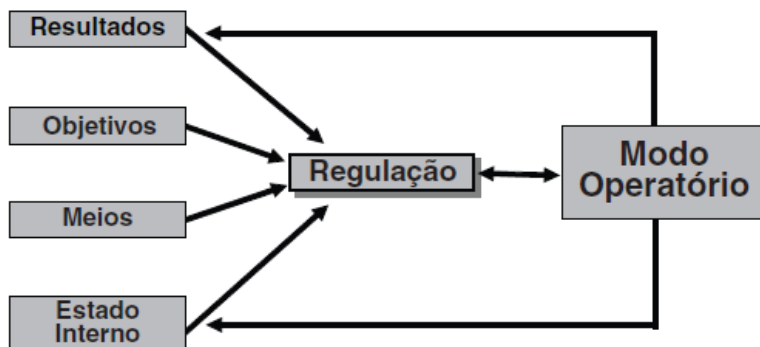
OLIVEIRA (2006) define regulação como um processo interno de reorientação da ação pelo estabelecimento de compromisso entre os objetivos estipulados pela organização, os meios disponibilizados para a concretização desses, os resultados obtidos (ou não) e o estado interno (biofísico e mental) do trabalhador.

É importante conhecer o conceito de regulação para se entender a relação entre o modo operatório adotado e a saúde do trabalhador.

Os procedimentos de regulação que os trabalhadores cumprem, cotidianamente, quando em seu posto de trabalho executam suas atividades, é um processo interno de reestruturação de suas ações para atender os compromissos especificados pela empresa, pela organização (os meios de trabalho proposto para a realização desses objetivos), pelos

resultados alcançados (ou não) e pelo seu próprio estado interno: biofísico e mental (OLIVEIRA, 2005). A figura 4 ilustra o modelo operante do trabalhador.

Figura 4: Modelo operante do trabalhador



Fonte: GUÉRIN et al., (2001, p.67)

O modelo apresentado na figura 4 aponta que a atividade integra todas as determinantes e condicionantes a serem considerados pelo trabalhador: os objetivos da tarefa; os meios que são oferecidos; os resultados obtidos pela realização da tarefa; e o estado interno da própria pessoa. OLIVEIRA (2005) reforça esclarecendo, que é com base nestas condicionantes e determinantes que o trabalhador realiza a regulação contínua, cujo resultado se expressa pela construção dos modos operatórios visando garantir a manutenção da normalidade do sistema produtivo das organizações. Essa construção é constituída de maneira “mais eficiente e eficaz para suprir o seu próprio bem-estar (reduzindo o custo humano da atividade de trabalho) e responder adequadamente às exigências prescritas da atividade de trabalho, bem como atender às especificidades das relações sociais de trabalho” (FERREIRA, 2002).

GUÉRIN et al., (2001) apontam conforme figura 4 a representação esquemática do modo operatório, na qual definem três situações de trabalho específicas, mostrando em cada uma a carga de trabalho e o reflexo na saúde dos trabalhadores.

- **Situação sem constrangimento:** índices de alerta, como a fadiga, por exemplo, levam o trabalhador a alterar os meios e os

objetivos do trabalho, evitando agressões a sua saúde. Nessa situação, o trabalhador realiza a regulação agindo com seu modo operatório sobre os meios e os objetivos.

- **Situação de “sobrecarga”:** usando dos meios disponíveis, o trabalhador não consegue mais atingir os objetivos esperados. Nesse caso, o trabalhador efetua a regulação por alterações à custa de danos ao seu estado interno, com vistas a atingir as exigências especificadas.
- **Situação na qual o resultado não é obtido:** há acontecimentos nos quais não é possível o trabalhador realizar a alteração dos meios ou do estado interno de modo a chegar aos resultados, não havendo, neste caso, possibilidade de regulação. Assim, o desempenho não obtido nessas situações gera indícios de “sobrecarga”.

Nas duas últimas situações nota-se que a saúde dos trabalhadores pode ser afetada diante da “sobrecarga” advinda da restrita possibilidade ou da impossibilidade de regulação do modo operatório.

A representação do modo operatório do trabalhador ilustrado na figura 3 tem uma dificuldade restritiva na relação didática pelo fato do conceito de regulação não se encontrar definido. Mesmo assim, fica claro que a regulação é considerada como uma ação dos trabalhadores no sentido de modificar o meio que lhe é externo (instrumentos e objetivos) – primeira situação descrita - ou o seu próprio “estado interno” – segunda situação descrita.

O ideal é que seja proposto que ao realizar a análise do trabalho, seja adotado o conceito de regulação para condutas típicas da primeira situação, na qual o sujeito age sobre os meios externos, e o conceito de autoregulação para as condutas realizadas no modo operatório da segunda situação, na qual o sujeito regula seu próprio “estado interno”, não perdendo de vista o caráter didático da representação proposta.

Baseado na figura 4 é importante compreender que as estratégias operatórias são denominadas regulatórias na medida em que são construídas individualmente ou coletivamente para reduzir o distanciamento existente entre a atividade real e a prescrita na tarefa, de modo a equilibrar as variabilidades e imprevisibilidades da situação de trabalho e, evidentemente, com a intenção de diminuir os custos dos disfuncionamentos da norma prescritiva na ação situada da atividade.

SILVINO; ABRAHÃO (2003), SARMET; ABRAHÃO (2007) complementam que a relação entre a estratégia e o modo operatório fica evidenciada quando o trabalhador necessita elaborar novos modelos de ações frente aos limites impostos pela tarefa. A elaboração de novos

modos, ou ações, requer a reinterpretação da situação presente. A regulação das variabilidades implica na formulação de estratégias para solucionar problemas e antecipar incidentes.

Da mesma forma, LEPLAT (2012) reforça que cada trabalhador necessita regular sua própria produção e que tal regulação permite três tipos de análise: a) análise do trabalho em termos das operações e das atividades gestuais, b) em termos da informação e c) em termos do processo de pensamento.

TERSSAC; CHABAUD (1990) expressam que as regulações permitem aos trabalhadores construir as variações das condições internas e externas da atividade para garantir os efeitos da própria atividade. LEPLAT (1986, 2012) esclarece que a definição de regulação implica sempre na presença de elos interativos entre componentes instáveis e que os resultados do funcionamento do sistema não dependem somente da ação do trabalhador, bem como das condições das quais ele não possui controle direto.

Para FIALHO (2011, p. 286):

toda situação real [de trabalho] traz consigo infinitas possibilidades de escolha. Regulação da atividade é a função que tem por objetivo a seleção das tarefas e seu ordenamento no tempo. Consiste em eleger, dentre os possíveis comportamentos, aqueles que julgamos mais prioritários.

GUÉRIN et al., (2001) complementam enfatizando que o trabalhador utiliza os meios de que dispõe, levando em conta seus conhecimentos, desenvolvendo um modo operatório peculiar de agir nas situações de trabalho. A estratégia de regulação é um processo multideterminado por fatores de natureza distinta, a saber: interação do trabalhador com a tarefa prescrita (que veicula uma carga de trabalho específica com suas exigências físicas, cognitivas e afetivas); condições pessoais do trabalhador (estado de saúde, objetivos pessoais e experiência profissional); meios disponibilizados (materiais, instrumentais e tecnológicos); condições ambientais (espaço, luminosidade, temperatura, ruído); mecanismos de retroalimentação de dois vetores da atividade: performance (eficiência e eficácia quanto aos objetivos estabelecidos) e bem-estar (condição de saúde enquanto estado em construção que abarca o sentir-se bem física, psicológica e socialmente).

A denominada “margem de manobra” são as tarefas que compõem o hiato existente entre as prescritas pela organização de trabalho e aquelas que realmente são realizadas, as quais permitem que trabalhadores reorganizem as condições da própria execução e alteram o modo operatório para outro mais confortável a sua saúde.

O estado motivacional dos trabalhadores tem influência relacionada aos processos regulatórios. GRANDEY (2000); VANCOUVER (2008) afirmam que se a atividade é estimulante, desafiadora, os trabalhadores desenvolvem competências, interesse pelo trabalho, satisfação, sentimento de utilidade, que podem transformar a atividade através da construção de novos modos operatórios. Os procedimentos regulatórios podem assumir demonstrações ora mais positiva, ora mais negativa, dependendo da atividade que exerce o trabalhador. Quando a atividade executada por ele gera uma sobrecarga de trabalho, conduz para uma fadiga excessiva ou impõe posturas desconfortantes e eles adaptam sua atividade (ritmo ou modo operatório) de maneira a reduzir o constrangimento (FALZON, 2007).

O pensamento sobre regulação aparece explícito e implícito na literatura pesquisada que trata da Psicodinâmica do Trabalho, a qual está associada à saúde mental no trabalho e a relação entre as pressões impostas pelas organizações, bem como das doenças correlatas, ou seja, investiga o posto de trabalho e as doenças que dele originam.

DEJOURS (2000) cita que na construção da concepção dinâmica, a psicopatologia é redefinida e entendida então como análise dinâmica dos processos psíquicos mobilizados pela confrontação do trabalhador com a realidade do trabalho.

Para esse autor, o trabalho passa a ser visto principalmente enquanto uma relação intersubjetiva. Por meio do trabalho, o trabalhador estabelece vínculos e conflitos com os demais na construção de uma identidade específica, que leva em conta sua história de vida, e reage de maneira original às pressões oriundas da organização. O seu corpo é o alvo privilegiado das pressões de ordem física, química e biológica do posto de trabalho e a exigência da tarefa, quando extrapola seus limites, provoca uma série de doenças somáticas.

No modelo dinâmico de Psicopatologia do Trabalho, o trabalhador é um sujeito portador de uma história singular que, ao entrar em relação com outros sujeitos na organização do trabalho, sofre pressões de natureza psíquica, que tendem a descompensar o seu funcionamento. Sendo um sujeito ativo e desejoso, capaz de criar e planejar, o trabalhador resiste às pressões psíquicas e luta constantemente para evitar seu adoecimento.

Para resistir ao sofrimento originado no conflito entre organização do trabalho e funcionamento psíquico, os trabalhadores constroem coletivamente estratégias defensivas. De maneira diversa dos mecanismos de defesas individuais, que estão internalizados pelo sujeito e prescindem da atualidade de um agente externo. As estratégias de defesa construídas coletivamente dependem da constante atualização do consenso que as deu origem. Essas estratégias de defesa dão conta de mudar e amenizar a percepção do sofrimento patogênico por parte dos trabalhadores. Atenuam a percepção do sofrimento sem alterar a realidade das pressões sofridas (AZEVEDO, 2010).

Os trabalhadores convivem com o prazer oriundo da criatividade na elaboração de novos conhecimentos e habilidades, responsáveis por amenizar riscos e evitar acidentes em razão do sofrimento patogênico. Para dar conta da tarefa prescrita pelos dirigentes das organizações e da indiferença frente a fatores patogênicos ou de risco, os trabalhadores elaboram novas estratégias, habilidades e saberes, constroem as próprias regras de trabalho. A denominação de inteligência astuciosa são as ações de criatividade no trabalho que são construídas pelo trabalhador. A base para o exercício dessa criatividade é que o trabalho tenha um sentido para o trabalhador. As tarefas devem provocar um eco, produzir um significado, frente aos fantasmas e sentimentos advindos de uma história de vida particular (DEJOURS et al., 1994).

Para DEJOURS (2000) o conceito de regulação as vezes aparece de forma clara ou subentendida. O autor formula a hipótese central que a organização do trabalho exerce, sobre o homem, uma ação específica que impacta seu aparelho psíquico. Em certas condições, emerge um sofrimento que pode ser atribuído ao choque entre uma história individual, portadora de projetos, de esperanças e desejos, e uma organização do trabalho que os ignora. Esse sofrimento, de natureza mental, começa quando o trabalhador já não pode fazer nenhuma alteração na sua tarefa no sentido de torná-la mais consoante as suas necessidades fisiológicas e seus desejos psicológicos. Nesse sentido, o sofrimento surge quando a relação homem-trabalho é bloqueada.

Entretanto, a princípio não é produtor afirmar que as condutas de regulação ajudam o trabalhador a progredir de uma situação para outra melhor, pois, assim como as estratégias defensivas, podem estar a serviço apenas da produtividade e em detrimento da saúde ou do sofrimento criativo no trabalho. Não se pode esquecer que a autoregulação é justamente atingir os resultados à custa de sacrifícios pessoais; é o início do sofrimento patogênico.

DEJOURS (2000) justifica essa crítica argumentando que o trabalhador para executar sua tarefa constrói suas estratégias operatórias à custa do seu estado interno, em razão de não possuir maneiras que possa alterar o ambiente externo. Nessas situações não há margem de manobra suficiente que garanta a regulação da tarefa pela alteração dos meios ou dos objetivos e, conseqüentemente, não há espaço para novas estratégias.

2.2.2 A regulação do trabalho

Cada vez mais o trabalhador, para cumprir as exigências das tarefas e seu desempenho, procura conviver com efeitos dessa relação recorrendo às estratégias cognitivas, bem como às suas formas de trabalho que incorporaram na sua história de vida profissional. Para cumprir a jornada de trabalho, os operários criam uma série de estratégias operatórias que usualmente são caracterizadas pelo valor individual, pela competência encarnada ao longo de sua rotina de vida profissional, pelos preceitos de sua saúde física e mental e pela estrutura de trabalho oferecida pela organização. Estes procedimentos operatórios formam o que também pode ser chamado de conhecimento tácito (FERREIRA FILHO; GONTIJO, 2012).

Os conhecimentos tácitos são empregados para dirimir os disfuncionamentos existentes na opacidade entre o trabalho prescrito e o trabalho real, principalmente quando os trabalhadores deparam com os incidentes, panes inesperadas, acidentes, parada das máquinas e dos equipamentos e de pressão temporal para cumprimento das metas de produção programadas.

Neste contexto, estas ações reais operatórias são também denominadas de regulação da atividade onde na situação prática de trabalho se transformam em recursos pessoais que são utilizados pelos trabalhadores, nas quais eles constroem a sua dimensão cognitiva e o seu conhecimento tácito para cumprir os objetivos formalizados pelos gestores das organizações.

A regulação da atividade são as ações empregadas pelos trabalhadores mediante estratégias operatórias que são constituídas de formas individuais ou pelo grupo de trabalho visando reduzir o distanciamento entre a atividade prescrita e a atividade real da tarefa, tendo em vista a garantia de manter a estabilidade de funcionamento do sistema produtivo.

MONTMOLLIN (1990) define estratégia operatória como um conjunto classificado de etapas que envolvem o raciocínio e a resolução de problemas, possibilitando ao indivíduo desenvolver uma ação.

Dessa forma, o procedimento de regulação da tarefa é construído pelos trabalhadores através de estratégias operatórias, nas quais eles resgatam suas habilidades pessoais para cumprir as exigências da carga de trabalho prescrita ou não-prescrita. Os trabalhadores na ação situada do trabalho recorrem também aos seus artifícios cognitivos como, por exemplo: atenção e percepção, os quais são convertidos em modos operatórios.

LEPLAT (1986; 2012); BOUYER (2008) argumentam que as ações de regulação exigem sempre a intervenção dos operadores no relacionamento da interface entre os componentes dos disfuncionamentos do sistema, como por exemplo: quando ocorrem as panes, falha de projeto, queda de energia, falta de material, qualidade da matéria-prima fora das especificações, as quais são solucionadas mediante suas estratégias operatórias.

O trabalhador para realizar as regulações na sua atividade de trabalho utiliza de adaptações próprias do seu ambiente laboral, que por decorrência são interconectadas com suas condições de natureza física e cognitiva. O operador tem que agir e adaptar os seus artifícios operatórios (macetes, estratégias cognitivas) perante as perturbações que são impostas decorrentes da variabilidade ou dos imprevistos de uma determinada situação que lhe é exigida dentro das condições de trabalho existente. O contexto que forma as condições da tarefa caracteriza a situação de trabalho e consequentemente permite ou impede a atividade laboral.

Deste modo, MONTMOLLIN (1990) distingue as condições de trabalho em: a) físicas: são as características dos instrumentos, máquinas, ambiente do posto de trabalho (ruído, calor, poeiras, perigos diversos); b) temporais: são os horários de trabalho; estrutura organizacional: procedimentos prescritos, ritmos impostos, de um modo geral, "conteúdo" do trabalho; c) condições subjetivas: saúde, idade, formação; d) condições sociais: remuneração, qualificação, vantagens sociais, segurança de emprego, transporte, relações com a hierarquia, etc.

GUÉRIN et al., (2001) confirmam que o trabalhador utiliza os recursos que possui, considerando sua saúde física e mental, seus conhecimentos, com os quais constroem um modo operatório singular de agir nas situações de trabalho. Neste contexto, a estratégia de regulação surge de formatos variados compostos dos seguintes fatores:

a) interação do trabalhador com a tarefa prescrita onde é especificada a carga de trabalho contendo suas exigências físicas, cognitivas e afetivas; b) condições pessoais do trabalhador, ou seja, estado de saúde, objetivos pessoais, experiência profissional, meios disponibilizados (materiais, instrumentais e tecnológicos); c) condições ambientais (espaço, luminosidade, temperatura, ruído) e mecanismos de feedback de dois pilares da atividade: performance (eficiência e eficácia quanto aos objetivos previstos) e o bem-estar (saúde física, mental e social).

Compreende-se, assim, diante desse cenário de variáveis, que:

[...] os trabalhadores carregam consigo os saberes produzidos no cotidiano de trabalho, nas brechas existentes entre o trabalho prescrito e o trabalho real (FISCHER; TIRIBA 2009, p.204).

Em suma: o trabalhador busca no trabalho real estruturar, antecipar e executar as tarefas diante do que ele possui para operacionalizar o trabalho prescrito.

Um recurso necessário para operacionalizar as exigências das tarefas é a cognição. É a partir do seu uso cognitivo que o trabalhador planeja o que deve fazer (independente do seu grau de conscientização) e como, de fato, atua no trabalho. A elaboração e execução do trabalho estão assentadas no processo de apropriação, de reinterpretação das atividades prescritas pela organização e das variabilidades dos trabalhadores e do sistema de trabalho.

O uso dos recursos cognitivos segundo PINHO; ABRAHÃO; FERREIRA (2003), SARMET; ABRAHÃO (2007) requer a construção de representações mentais adequadas do processo em que tais recursos se inscrevem e, via de regra, desempenha uma função de conhecimento (geralmente antecipador) dos objetos da realidade externa e sobre os quais a ação de diagnóstico e de decisão é dirigida.

A atividade de um operador de máquinas injetoras de uma indústria de centrais telefônicas, telefones e centrais de condomínios, por exemplo, consiste, basicamente, em obter, processar e armazenar informações oriundas de pontos diferentes, de natureza diversa e de conteúdos distintos. A partir disso, ele constrói seu problema para, posteriormente, agir sobre o funcionamento do processo. Para que esta ação seja eficiente é preciso que ele tenha acesso a uma representação atualizada (tempo real) do estado funcional do sistema.

Esse operador, raramente, age sozinho. Ele confronta seus indicadores e indícios com as representações mentais que outros operadores constroem no processo, para assim efetivar o seu diagnóstico. Nesse sentido, o trabalho de equipe, regulado por um coletivo de trabalho, constitui um dos fatores determinantes para a execução do trabalho. Esse coletivo se apóia, de um lado, na competência dos operadores e de outro, tão importante quanto o primeiro, nos limites impostos pelas exigências das prescrições impostas pelos gestores da organização.

VIGOTSKY (1996) aponta outro recurso importante relacionado a um princípio regulatório amplamente difundido no comportamento humano que é o da significação, no qual as pessoas, no contexto de seus esforços para solucionar um problema, criam ligações temporárias e dão significado a estímulos previamente neutros.

A competência permite ao operador atribuir um significado regulatório para a ação nas situações de trabalho. A competência de um operador pressupõe um repertório de procedimentos ou métodos alternativos, que lhe permite se adaptar de forma mais fina às diferentes situações que se apresentam. Isto ocorre em função do valor que ele atribui às diferentes variáveis da situação. Assim, o trabalhador é capaz de adotar o procedimento correto em menor espaço de tempo, com menor custo operacional e de forma menos aleatória, o que lhe permite transitar com maior ou menor grau de dificuldade na diversidade das situações às quais é confrontado. Nessa perspectiva, as competências são descritas do ponto de vista da atividade, possibilitando a compreensão da própria ação (VERGNAUD, 1985).

A competência do operador quase sempre está relacionada aos requisitos da experiência adquirida por ele formada pela sua trajetória de vida profissional. Nesse aspecto, existem duas formas fundamentais de experiência citadas por VIGOTSKY (1996) que deram origem a dois grupos de conceitos diferentes, contudo interdependentes, o "científico" e o "espontâneo". O grupo dos conceitos "científicos" tem sua origem nas atividades altamente estruturadas e especializadas da instrução escolar e são conceitos logicamente definidos. O grupo dos conceitos "espontâneos" emerge da reflexão do sujeito sobre a sua experiência cotidiana. Os conceitos "espontâneos", segundo o autor, seguem um caminho ascendente em direção a uma maior abstração, delineando assim o caminho para os conceitos científicos no seu desenvolvimento descendente em direção ao concreto.

2.3 O CONTEXTO DA VARIABILIDADE E IMPREVISIBILIDADE NO PROCESSO DE TRABALHO

A palavra variar segundo AURÉLIO (2011) significa:

1 - é um verbo transitivo direto originado do verbo latino *variare* que pode ser definido como a ação de tornar vário ou diverso; alterar, diversificar, mudar, alternar, revezar.

Para Ergonomia um dos pressupostos é de que em qualquer situação de trabalho existe um distanciamento entre o que é trabalho prescrito e o que é trabalho real, no qual existem diversas variáveis que influenciam na ocorrência de tal fato e dentre elas, pode-se transcrever: a variabilidade dos trabalhadores, tanto em termos intra-individual como interindividual; a variabilidade dos sistemas de trabalho em relação às condições físico-ambientais (luz, ruído, calor, frio, odor) e instrumentais (matéria-prima, tecnologia, equipamento); as lógicas contraditórias da produção e dos trabalhadores; as informações acessíveis para planejamento e execução do trabalho.

A variabilidade é um conceito importante em Ergonomia e é definida a partir de duas perspectivas: a da variação das condições de produção que são originadas das indeterminações e intercorrências inerentes ao mundo do trabalho e, a da variação dos trabalhadores, que são advindas da susceptibilidade das dinâmicas interindividual (diferença entre os trabalhadores) e intra-individual (variação interna de cada trabalhador) (ABRAHÃO, 2000; FERREIRA, 2000; GUÉRIN et al., 2001; PINHO; ABRAHÃO; FERREIRA, 2003).

As variações interindividuais estão relacionadas ao sexo, idade, personalidade, história de vida profissional, experiências e vivências dentro e fora do local de trabalho, e as variações intraindividuais, as quais são classificadas em curto, médio e longo prazo. São consideradas de curto prazo, quando verificadas, por exemplo, no decorrer da atividade de trabalho e influenciadas pelas exigências da rotina, pelas mudanças impostas ao corpo, pelos ritmos cíclicos e pelos acontecimentos extralaborais. Os de médio prazo são constituídos ao longo de semanas e meses, influenciadas pelo desgaste físico, mental e psicológico do trabalhador, acumulado por intervalos curtos e produzindo uma sensação de cansaço ou fadiga crônica. Já as características de longo prazo podem ser constatadas ao longo de anos e determinadas não só pelo envelhecimento biológico do trabalhador,

mas, principalmente, pelos efeitos advindos das condições e organização do trabalho.

TRIERWEILLER et al., (2008) expressam que as variações intra-individuais repercutem no modo de agir de cada um, na sua conduta no trabalho em termos físicos (posturas, gestos, movimentos, deslocamentos), cognitivos (diagnóstico, planejamento e resolução de problemas) e afetivos (vivências de prazer/sofrimento e construção da identidade).

A presença da variabilidade e imprevisibilidade na situação de trabalho requer dos trabalhadores o investimento de suas inteligências na busca constante de um estado de equilíbrio. O seu conhecimento e o saber-fazer estão diretamente relacionados com os resultados de eficácia, conforto, segurança e saúde no trabalho.

Ao transitar nessas situações, o trabalhador utiliza estratégias individuais, os modos operatórios e também estratégias coletivas caracterizadas por compartilhar com a hierarquia e com seus pares a atividade de trabalho, como ocorre no trabalho dos operadores de máquinas injetoras de uma indústria de centrais telefônicas, telefones e centrais de condomínios.

Nesse sentido, para que trabalho seja realizado, o operador constrói uma série de estratégias operatórias que usualmente são caracterizadas pelo perfil individual, pela competência profissional, pelo seu estado de saúde e pela forma como o trabalho está organizado. Essas estratégias servem para lidar com as variações, desequilíbrios e imprevisibilidades existentes entre as diferentes lógicas (da produção, dos trabalhadores e dos usuários dos serviços e/ou produtos) e que se manifestam sob a forma de incidentes críticos, tais como: panes, disfuncionamentos, filas de espera, reclamações, erros, retrabalhos etc.

Visto de outra forma, as estratégias operatórias são recursos que os trabalhadores utilizam para gerir as variabilidades presentes em maior ou menor grau em qualquer situação de trabalho. São os modos de fazer e regular o trabalho e visam preservar as prescrições para atingir o objetivo final proposto tanto pela organização, como pelo trabalhador e os outros membros ali presentes. Conforme citado anteriormente, diz-se que no processo de regulação das variabilidades presentes nos sistemas de trabalho, os trabalhadores produzem modos operatórios para cumprir os objetivos organizacionais e, em última instância, preservar sua saúde (TRIERWEILLER et al., 2008).

Para (GUÉRIN et al., 2001; VIDAL, 2002) existem duas grandes categorias de variabilidade que podem ser consideradas: normal e incidental.

➤ **Variabilidade normal**

Uma parcela da variabilidade normal é previsível e parcialmente controlada, como as variações sazonais no volume de produção. Os operadores de máquinas de injeção de termoplásticos atendendo ao pedido de um grande lote de produção de um novo modelo de telefone, por exemplo: podem ocorrer distorções no aspecto que garante a repetição exata do produto final em relação às medidas especificadas no projeto, isto, devido ao uso que provoca o desgaste das ferramentas de modelagem e das partes mecânicas das máquinas injetoras.

Outro exemplo de variações previsíveis seriam as variações periódicas, como no caso da presença de umidade nos grânulos, mesmo que seja apenas vapor d'água condensado sobre a superfície, pode causar sérios problemas em peças moldadas com polímeros ocasionando possíveis defeitos no produto final.

Em relação à diversidade dos modelos de produtos ou tipos de serviço oferecidos, um exemplo são os diferentes modelos de centrais telefônicas, telefones e centrais de condomínios que são produzidos.

Conforme GUÉRIN et al., (2001), essas variações são mais ou menos programadas pela organização. Entretanto, sua ocorrência com os operadores pode ser entendida como mais ou menos esperada, mais ou menos brutal e suas conseqüências para as operações de produção, mais ou menos previsíveis (MOTTER, 2007). Assim, se a previsão e o controle não forem devidamente informados aos operadores, a variabilidade normal pode transformar-se em variabilidade incidental (VIDAL, 2002).

➤ **Variabilidade incidental**

Outra parcela da variabilidade produtiva é aleatória, como, por exemplo: na sequência do processo produtivo as parametrizações dos procedimentos de injeção especificadas no projeto podem sofrer variabilidade em relação às características da qualidade dos polímeros a serem injetados.

Nesse caso, os incidentes ocorrem num dispositivo técnico (pane ou desajuste de uma máquina, mau funcionamento de um sensor, quebra de uma ferramenta). Como exemplo na produção de um novo modelo de telefone pode ocorrer: desregulagens das condições de controle de temperaturas, pressões, velocidades, tempos, e de todos os outros parâmetros de controle. Esta variabilidade, às vezes, ocorre de forma imprevisível.

As variações do ambiente são consideradas variabilidade incidental quando, por exemplo: há um aumento de temperatura, pressão

e velocidade da máquina injetora, que certamente influenciarão no produto final.

Mesmo que o momento e a forma precisa dessas variações sejam imprevisíveis, certos elementos dessa variabilidade são do conhecimento do operador, que espera uma frequência mais elevada de certos incidentes em certos momentos (GUÉRIN et al., 2001, p. 49).

No entanto, a variabilidade incidental pode ter o agravante de uma imprevisibilidade ainda mais aguçada, com o desconcertante de remeter a situações entre extremamente raras e jamais ocorridas (VIDAL, 2002).

2.4 NORMALIDADE NO PROCESSO DE TRABALHO

AURÉLIO (2011) define a palavra normal: 1 – do latim *normale*; 2 – Adjetivo de dois gêneros: “Que é segundo a norma. Habitual, natural.

Para CANGUILHEM (2002, p. 95) o significado da palavra norma apresentado no *Vocabulaire technique et critique de la philosophie de Lalande* cita que:

é normal, etimologicamente – já que norma significa esquadro – aquilo que não se inclina nem para a esquerda nem para a direita, portanto o que se conserva num justo meio-termo; daí deriva dois sentidos: é normal aquilo que é como deve ser; e é normal, no sentido mais usual da palavra, o que se encontra na maior parte dos casos de uma espécie determinada ou o que constitui a média ou o módulo de uma característica mensurável. (...) esse termo é equívoco, designando ao mesmo tempo um fato e “um valor atribuído a esse fato por aquele que fala, em virtude de um julgamento de apreciação que ele adota.

Dessa forma, a norma, portanto, marca a existência de algo tomado como o ideal e que serve para mostrar e demarcar aqueles que estão fora da curva da normalidade, no desvio que deve ser corrigido e ajustado (THOMA, 2005).

Na perspectiva de FOUCAULT (2005, p. 45),

a norma é entendida como o elemento que circula entre o disciplinar e o regulamentador, tendo como função, desta maneira, a capacidade de controlar e disciplinar o [trabalhador] e acontecimentos de uma [organização].

Para a palavra normalidade há um tratamento denominado de “normalidade ideal” citado por DALGALARRONDO (2000), na qual a normalidade é reconhecida como certa “utopia”. É como se estabelecesse arbitrariamente uma norma ideal, o que é supostamente “sadio” e mais “evoluído”. Trata-se de uma norma constituída e referendada socialmente. Depende, portanto, de critérios sócios culturais e ideológicos arbitrários. Exemplos de tais conceitos de normalidade são aqueles baseados na adaptação do indivíduo às normas morais e políticas de determinada sociedade.

O conceito de normalidade pode então ser interpretado como um conjunto de regras, um padrão, modelo ou por normas que podem ser explícitas, visíveis, escritas em normativas, leis, regulamentos prescritos pelos dirigentes das organizações.

Em resposta a esse questionamento é necessário retornar a um dos pressupostos da Ergonomia, na qual em qualquer situação de trabalho existe um hiato entre o que é trabalho prescrito, ou seja, descrição das normas e o que é trabalho real, aquele desempenhado pelo operador em seu posto de trabalho.

O operador na sua atividade de trabalho convive com diversas anormalidades de funcionamento do sistema, as quais se podem exemplificar: as parametrizações dos procedimentos de injeção especificadas na concepção do projeto podem sofrer variabilidade, tanto em relação às características da qualidade dos polímeros a serem injetados, quanto às desregulagens das condições de controle de temperaturas, pressões, velocidades, tempos, e todos os outros parâmetros de controle. Esta variabilidade, às vezes ocorre de forma imprevisível. Quando ela acontece quem a retorna à sua normalidade e mantém o ritmo produtivo são os operadores por intermédio de suas

habilidades e conhecimento. As habilidades incorporadas juntamente com o conhecimento adquirido ao longo da trajetória de vida profissional dos operadores é que formam a busca constante da normalidade da produção.

Segundo SLACK et al., (2010) os disfuncionamentos da produção podem ocorrer por razões diferentes como quebras das máquinas, os clientes podem fazer pedidos inesperados que o processo produtivo não suporta, os operadores podem cometer erros simples na atividade de trabalho, que impedem a normalidade do trabalho, a matéria prima adquirida dos fornecedores podem estar fora da qualidade especificada, dentre outras situações.

Em razão dessas anormalidades apresentadas é que os operadores executam suas ações operatórias para dar conta da normalidade da produção. Elas são manifestadas pelos operadores no processo contínuo da produção mediante julgamento de modificação uma variável, por exemplo: quando se inicia um novo processo com um novo molde para fabricar uma central telefônica, mudança do molde de uma máquina para outra, ou quando há troca de matéria-prima (polímeros) na injeção.

Essas situações concorrem para distorcer a normalidade do processo produtivo devido ao fato das condições do processamento de injeção nas máquinas possuir influências de variabilidades decorrentes dos fatores como: pressão, temperaturas do fundido, temperaturas do molde, velocidade, contrapressão e tempo de contrapressão, necessitam ser parametrizadas, tendo em vista os componentes da qualidade dos polímeros, geometria da peça e a descrição do produto final.

A sequência do ciclo produtivo só transcorre com normalidade devido ao conjunto de habilidades, informações e conhecimentos originados do desempenho de estratégias operatórias do operador, as quais são construídas na própria atividade de trabalho. Elas se engendram e se acumulam ao longo de sua experiência histórica, onde se associam para, posteriormente serem utilizadas no cumprimento das metas de produção (FISCHER; TIRIBA, 2009).

As atividades de trabalho exercidas pelo operador, no seu posto de trabalho perante o distanciamento das normas prescritivas e o trabalho real, contribuem sobremaneira para se compreender melhor “a luta entre o trabalhador e a máquina” (MARX, 1980, p.484-502), bem como outras vivenciadas por ele para realização da normalidade da gestão de produção.

É exigida do operador a busca da normalidade operacional do sistema quando por decorrência de irregularidades ou imprevistos

ocasionados, por falhas incidentais e outras que, instantaneamente, podem não ser percebidas.

Nesse contexto, para garantir a normalidade do sistema o operador utiliza de regulações, as quais se apóiam em suas estratégias cognitivas para equilibrar as variabilidades e imprevisibilidades quando corre algum disfuncionamento. Estas regulações são as ações empregadas na atividade de trabalho pelos trabalhadores, mediante estratégias operatórias que são constituídas de formas individuais ou pelo grupo de trabalho, visando reduzir o hiato entre a atividade prescrita e a atividade real da tarefa, tendo em vista a garantia de manter a estabilidade do sistema produtivo.

2.5 COMPLEXIDADE NO PROCESSO DE TRABALHO

Problemas relativos às empresas e trabalhadores são freqüentemente relatados como complexos após instalações de novos sistemas, tais como: aumento da tensão psicológica, de pressão temporal do trabalho dos operários (supervisão, detecção de ruídos irregulares, panes e incidentes), intensificação do isolamento (nas máquinas, em linhas de produção, durante a dispersão de grupos e sincronização de pausas) e elevação da carga do trabalho físico devido à variedade das intervenções requeridas. Além disto, a movimentação ao longo das linhas de produção, pelas passarelas ou esteiras, ocasionam

[...] sua fadiga, as dores que sente por causa de sua postura e dos esforços que deve exercer, de sua patologia permanente ou passageira, dos riscos que eles consideram e de sua moral (WISNER 2004, p.38).

Estas afirmações incidem sobre a posição do trabalho quando da implementação dos SA, que atualmente encontra-se profundamente transformado. As novas atividades de trabalho são predominantemente cognitivas, e somadas às atividades manuais, tais como: de reparação, regulagem, restabelecimento do fluxo de produção, intervenção dos operadores, entre outros, formam apenas uma parte da complexidade da tarefa de acompanhamento dos sistemas de produção.

Neste contexto, LEPLAT (2004, p. 74) relaciona a complexidade com a ergonomia: “A noção de complexidade direciona a atenção para as questões essenciais ligadas às relações tarefa-operador-atividade”.

WOODS (1998) contempla três componentes importantes que configuram a complexidade, tais como: características do sistema, características dos operadores e características das interfaces. As características do sistema são encontradas no dinamismo, no risco, na incerteza e nas exigências da tarefa. Como características dos operadores pode-se destacar o número de agentes envolvidos e as relações hierárquicas entre os mesmos. Já as características das interfaces relacionam aos aspectos pertinentes à lógica do produto, como por exemplo: procedimentos numéricos ou analógicos, fixos ou adaptáveis, dentre outros.

O controle de processos das máquinas injetoras de termoplásticos pode envolver ocorrências de risco, de aumento da complexidade que se traduz por eventos não previsíveis. Isto em números que estão relacionados à sua ordem de acontecimento ou conteúdo, os quais impõem uma variabilidade importante ao trabalho humano, dentro de um contexto de forte imposição temporal (SANTOS; ZAMBERLAN, 2006).

Hoje, o operador se transformou num executor de tarefas polivalentes, porque na maioria das vezes quando um projetista concebe um software para um SA ou quaisquer outros automatismos, ele presume de maneira mais ou menos tácita, o funcionamento tecnológico e o comportamento dos operadores (WISNER, 1996).

Afirmam BENTO; FLEURY (1998) que na manufatura automatizada e flexível as atividades dos operadores são principalmente de abastecimento e vigilância (monitoramento) do funcionamento do sistema, e, de intervenção quando algo esta saindo diferente do programado. Quando as máquinas param, a função dos operadores é localizar o mais rápido possível as causas das paradas, saná-las e recolocá-las em movimento, minimizando os tempos não produtivos.

Sustentam esses autores, que os operadores é que garantem a funcionabilidade do sistema o maior tempo possível, sem paradas, incidentes ou situações imprevistas. Porém, nas empresas, há depoimentos de outros autores que são contestáveis, no sentido de torna-se impossível para este tipo de organização prever com certa exatidão os momentos de paradas não-programadas, das quebras das máquinas e de outras variáveis inesperadas, porque as variáveis do processo operacional não são claras em relação às modelagens ou simulações concebidas nas atividades de transferências para a situação real da ação da gestão de operações (BERTRAND; FRANSOO, 2002).

Essas afirmações se complementam em relação aos incidentes quando são provocados por falhas dos equipamentos, os quais

contrastam as interações lineares com as complexas, as primeiras sendo aquelas que ocorrem na sequência da produção esperada, e as segundas sendo aquelas fora da sequência, e conseqüentemente, não previstas e usualmente incompreensíveis (PERROW, 1986).

Interligando essas colocações, a modernização tecnológica e organizacional tem implantado profundas mudanças nas atividades do trabalho, exigindo, conseqüentemente, uma maior qualificação e/ou requalificações dos trabalhadores. Dessa forma, todo esse processo, combinando inovações-físicas e organizacionais, sob a premissa de flexibilidade e integração, tem impactos diretos sobre o processo e a organização da produção e, assim, sobre o trabalho e a qualificação (LEITE, 1996).

Porém, compreender a complexidade da atividade de trabalho dos OPs demanda um tempo de observação, havendo necessidade de convivência direta com eles no seu ambiente de trabalho. As atividades de trabalho dos OPs dependem de suas próprias experiências, as quais são incorporadas ao longo de sua carreira profissional formando o que chamamos de habilidades informais e, que muitas vezes, também são demonstradas através de regulações subconscientes.

TAKEUCHI; NONAKA (2009, p.58) acrescentam,

O conhecimento [informal] inclui elementos cognitivos e técnicos. Os elementos cognitivos centralizam-se no que é denominado de "modelos mentais", nos quais os seres humanos criam modelos de trabalho do mundo, ao fazerem e manipularem analogias em suas mentes. Os modelos mentais, como os esquemas, os paradigmas, as perspectivas, as crenças e os pontos de vista, ajudam os [operadores] a perceberem e definirem seu mundo. Por outro lado, o elemento técnico do conhecimento [informal] inclui o *know-how*, o artesanato e as habilidades concretas. É importante frisar aqui que os elementos cognitivos do conhecimento [informal] referem-se às imagens da realidade e às visões do futuro [...], isto é, "o que é" e "o que deveria ser". [...] a articulação dos modelos mentais tácitos, em um tipo de processo de

"mobilização", é um fator-chave na criação do novo conhecimento.

Por mais que os idealizadores de sistemas informatizados imaginem fórmulas de realizar a transposição do conhecimento prático dos humanos para os SA no intuito de conseguir maior confiabilidade e segurança, o efeito da eficiência de gestão produtiva em SA não procede simplesmente dos dispositivos informatizados, normas, manuais de procedimentos operacionais ou de regras previamente incorporadas e, sim (WISNER, 1996; LAVE, 1991; IIDA, 2005) somente a cognição humana pode suprir as limitações do sistema e assegurar a sua eficiência.

Nesse sentido, a maioria das resoluções das atividades de trabalho, são vividas em situações de variabilidade e imprevisibilidade, nas regulações dos automatismos realizados em momentos de dificuldades e nas interferências inesperadas, o OP acaba convivendo com elas de forma natural ou de forma subconsciente, tornando para o pesquisador ou para o observador uma das maiores dificuldades de realmente compreender o que é a sua atividade de trabalho.

ZARIFIAN (2001, p.69) comenta que o

... [operador] deve tomar iniciativas em face de eventos que excedem, por sua singularidade e/ou por sua imprevisibilidade, o repertório existente de normas. Tomar iniciativa significa, nesse caso, inventar uma resposta adequada para enfrentar com êxito esse evento.

As questões que constituem o debate sobre as construções dos SA, bem como, suas implicações nos trabalhadores frente à modernização e/ou avanços tecnológicos, tem aspectos múltiplos, principalmente quando ocorrem os *eventos*. O uso dos conhecimentos e das habilidades cognitivas que foram incorporados pelos trabalhadores ao longo da sua história de vida é que contribuem de forma exata e decisiva as soluções para regulações nos sistemas, nas panes e nos eventos inesperados. Mediante as intervenções instantâneas e rápidas no sistema, os OPs evitam, assim, paradas desnecessárias e sempre mantêm o fluxo contínuo em funcionamento.

As montagens de habilidades estratégicas elaboradas pelos operadores nas situações de trabalho integram as informações sobre o

curso das atividades, construindo cenários de constantes reavaliações para definir as atividades que são partes complexas do pensamento requerido por eles no seu posto de trabalho (MONTEDO; SZNELWAR, 2009)

Essas habilidades e saberes na atividade de trabalho estão sempre em funcionamento dinâmico, construindo soluções e resolvendo os imprevistos que não são normatizados e nem prescritos em normas ou nas tarefas. As maiores parcelas destes saberes permanecem sem uma codificação inteligível (SCHWARTZ, 1998) aos demais domínios da produção distintos dos poderes de atuações dos OPs. O conhecimento que se coloca no trabalho prescrito não constitui a insondável e inesgotável faixa da ação operatória mobilizada na atividade real de trabalho. Muito da eficiência e da eficácia das novas tecnologias e componentes microeletrônicos adotados nos sistemas produtivos funcionam em razão do saber incorporado dos OPs, dos esquemas de ação, ações cognitivas e das habilidades estratégicas incorporadas que sequer são conhecidas a fundo pela ciência convencional.

Entretanto, vale também ressaltar, a compreensão das situações relacionadas à ergonomia e as formas organizacionais das IPC associados aos disfuncionamentos dos SA. Nesse sentido, dependendo da situação o

[...] cenário considerado pode variar segundo os momentos e os operadores. Em [alguns] casos, o que muda é o cenário temporal: o operador pode resolver os problemas do momento ou tentar criar as condições que impedirão o surgimento de problemas num período mais longo (LEPLAT 2004, p.63).

Nos SA, os incidentes do processo de produção tendem a acontecer, contrariamente, em situações em que partes funcionam normalmente ou que ocorrem pequenas falhas. Os incidentes surgem mais devido à ocorrência de pequenas falhas (pane de um sensor, falta de manutenção, variação do teor de uma matéria-prima, vida útil de um equipamento etc.) do que de falhas importantes ou inesperadas de componentes específicos, daí a expressão, “*normal accidents*” (PERROW, 1986, 1999).

Tomemos o exemplo das falhas ocorridas em Three Mile Island, Pensilvânia, às 4 horas, do dia 28 de março de 1979, citado por PERROW (1999) no qual ele descreve o acontecimento de quatro

incidentes dos quais nenhuns estava ligado a um problema anterior numa sequência esperada de produção (isto é, não era o caso de que, se A desse defeito, poderíamos esperar que isso fizesse com que B desse defeito). O primeiro incidente aconteceu na tubulação de purificação do condensador que enviou um sinal falso para a turbina, fechando-a. O segundo consistiu em algumas válvulas que foram deixadas fechadas após a manutenção, bloqueando o fluxo de refrigeração. O terceiro foi numa válvula de segurança, que permaneceu aberta quando deveria fechar-se ao comando adequado. O quarto incidente foi quando os indicadores no painel de controle mostraram, imprópriamente, que a válvula tinha emperrado. As três primeiras falhas já haviam acontecido uma ou mais vezes nos primeiros meses de operação da usina, porém tendo um encadeamento não muito importante, uma vez que, em cada caso, ocorreu apenas uma única falha, ao invés de múltiplas: os operadores não poderiam estar a par de nenhum dos quatro incidentes, pois estes aconteceram de forma separada de maneira inesperada. Entretanto, os operadores da usina foram considerados culpados pela Comissão da Presidência da República.

Afirma PERROW (1999, p.63) que

[...] as explicações convencionais para as falhas operacionais estão na deficiência da concepção do sistema ou dos equipamentos, as quais redundam em: falta de atenção às características do sistema, falta de segurança no sistema, falta de utilização de técnicas mais avançadas, sistemas demasiadamente grandes com vários subsistemas interligados ou mal executados.

Estas deficiências estão interrelacionadas com as transformações das atividades das operações e dos postos de trabalhos dos operadores, devido à automatização nos ciclos de processos produtivos sugeridos pelo desenvolvimento gradual, transpostos das atividades conhecidas tipicamente físicas para cada vez mais cognitivas (SARTER; WOODS, 1997).

Dessa forma, pode-se apontar que uma análise das habilidades de controle cognitivo utilizado pelos operadores pode contribuir para revelações de procedimentos cognitivos que estão justapostos na realização da atividade de trabalho (RASMUSSEN, 1982). Esta afirmação pode ser reforçada ao confrontar as atitudes entre a tomada de

decisão do operador, numa determinada situação de imprevisibilidade e o uso de suas formas operatórias de controle cognitivo que são demonstradas na sua capacidade de ajustar e superar as deficiências dos fatores de complexidade dos sistemas (HOLLNAGEL; WOODS, 2005).

Expressa VISSER (2003, p.90) que

[...] na visão dos projetistas quando eles estão projetando a construção de uma modelagem ou de uma simulação de um conhecimento, são considerados oportunistas por serem transpositores de atividades cognitivas.

Na realidade eles não são oportunistas e, sim são considerados experientes pela forma como organizam e eles tentam compreender *como* e *porque* os operadores são detentores do comportamento cognitivo. Na confrontação da simulação com a realidade de uma tarefa considerada complexa notam que o conhecimento que fora transferido não é causal e sim cognitivo.

Nesse contexto, o tema de nossa pesquisa está diretamente ligado no estudo dessas lacunas que acontecem com as especificações e normas internas dos SA, nos quais estão envolvidos os responsáveis pela sua concepção e os OPs que buscam a normalidade do funcionamento do sistema na sua atividade de trabalho, por exemplo:

[...] as condições da máquina em uma fábrica pode afetar a qualidade e o volume de produção se o impacto real de sua concepção sobre os sistemas de informações e sistemas de medição de desempenho não estiverem próximo das ações do fator humano para o desempenho do processo operacional BERTRAND; FRANSOO (2002, p. 243).

Sob a miríade da ergonomia o distanciamento entre trabalho prescrito e real é interpretado pelos autores (WISNER, 1995, 1996, 2004; LEPLAT, 2004; MAGGI, 2006), que revelam que esse hiato existente, deve ser bem compreendido. A atividade real de trabalho não pode ser concebida simplesmente numa prévia definição de tarefas, as quais na interpretação de seus conceptores são elaboradas e, posteriormente são transportadas como instruções prescritivas ou

regulamentos, transformando-se numa cartilha regimental que será fielmente obedecida pelos operadores.

Os SA condicionaram transformações rápidas nos postos de trabalho, modificando não só as atividades como também os perfis de qualificações dos OPs das indústrias. Porém, como lembrança, é sabida, sempre prevalecerá o *saber cognitivo* dos operários para controlar o funcionamento correto do sistema.

As críticas mencionadas por SUMNER; BONNARDEL; KALLAK (1997, p.83) abordam que os criadores de sistemas tentam incorporar em seus projetos, processos cognitivos que posteriormente possam ser codificados. As análises de soluções estão sempre relacionadas ao domínio do conhecimento do ambiente de trabalho. Os projetistas buscam de forma criativa propor soluções nos sistemas, que venham contribuir ativamente, quando as mesmas forem utilizadas. No entanto, o grande desafio é projetar sistemas de conhecimentos que darão suporte cognitivo na ergonomia e que, efetivamente, apoiarão o trabalho.

Apresenta-se a seguir, aspectos imprescindíveis para o entendimento sobre o conceito de plástico (polímero), bem como outras referências. Neste estudo, uma seção sobre o polímero é relevante, devido ser a matéria-prima principal para fabricação dos produtos da empresa pesquisada.

2.6 O CONCEITO DE PLÁSTICO

No início do século XX ocorreu uma expansão nos novos tipos de materiais denominados plásticos, que gradativamente foram cada vez mais sendo utilizados na produção dos mais variados objetos. Sua versatilidade é tamanha que, desde então, eles vêm provocando mudanças nos hábitos de consumo, e por decorrência, no estilo de vida das pessoas.

Uma das características decisivas, responsáveis pelo grande desenvolvimento do uso do plástico, é a econômica, pois é possível fabricar os mais diferentes artigos e utensílios de plástico com custo reduzido, portanto mais acessíveis à população.

O Brasil possui diferenças sociais significativas, as quais apresentam grande concentração de renda, mas não se pode negar que o desenvolvimento tecnológico acelerado que estamos vivenciando, principalmente nos últimos cinquenta anos, tem propiciado às camadas menos favorecidas da população o acesso a bens de consumo que anteriormente eram de uso exclusivo de pequenas elites econômicas. Um dos responsáveis por esta revolução que vem transformando a

maneira de se viver é, inegavelmente, o plástico. O avanço das novas tecnologias empurrou o crescimento e expandiram a criação de variados objetos e equipamentos fabricados com este material, como, por exemplo: utensílios domésticos, brinquedos, peças automotivas, peças de equipamentos eletrônicos, calçados, embalagens, pisos, revestimentos e, até mesmo, próteses que substituem partes de nossos corpos (PIATTI; RODRIGUES, 2005).

A palavra plástico vem do grego *plástikos*. É empregada em várias áreas do conhecimento humano, apresentando um espectro de significados, mas em geral se refere a algo moldável.

A expressão plástico significa:

do grego *plástikos*, relativo às dobras de argila, pelo latim *plastiku*, que modela. Adjetivo 1- capaz de ser moldado ou modelado que dá forma ou é capaz de dar forma ou de alterar uma forma 2- referente a, ou que envolve a cirurgia estética ou a cirurgia reparadora 3- capaz de dar soluções estéticas a algo (pintura, esculturas, etc.) 4- belo quanto à forma, ao aspecto; pictórico, artístico 5- feito de ou consistente num plástico 6- que pode se estirar ou comprimir sem se romper ou quebrar; capaz de ser até certo ponto deformado em qualquer direção sem se romper, elástico, flexível, maleável 7- artificial (HOUAISS, 2009).

Na linguagem da química (HOUAISS, 2009), a palavra plástico pode ser assim definida:

Plástico: material cujo constituinte fundamental é um polímero, principalmente orgânico e sintético, sólido em sua condição final (como produto acabado) e que em alguma fase de sua produção foi transformado em fluido, adequado à moldagem por ação de calor e/ou pressão.

Já a palavra polímero (HOUAISS, 2009) é assim definida: "Polímero é uma macromolécula formada pela união de substâncias simples chamadas de monômeros que se compõe de muitas partes".

Na indústria de transformação de produtos plásticos o termo polímero é denominado plástico onde sua diversificação pode ser considerada uma solução em termos técnicos para outros setores, atuando tanto como insumo necessário para a produção de outros bens, como também na forma de produto final, destinado diretamente ao consumidor.

As matérias-primas utilizadas pelas empresas do setor de produtos plásticos são: resinas termoplásticas, principalmente polipropileno (PP), polietileno (PE) e policloreto de vinila (PVC), que juntos representam 83% da matéria-prima utilizada. A figura 5 ilustra o tipo de polímero utilizado na fabricação de seus produtos.

Figura 5: Exemplo de polímero usado na fabricação dos produtos da empresa pesquisada



Fonte: Empresa pesquisada (2012)

Esses insumos são transformados em bens finais, tais como: embalagens (de alimentos, produtos agrícolas, de limpeza, higiene pessoal, cosméticos), componentes automotivos, estrutura de produtos eletrônicos, utensílios domésticos, sacos para transporte, etc., e também

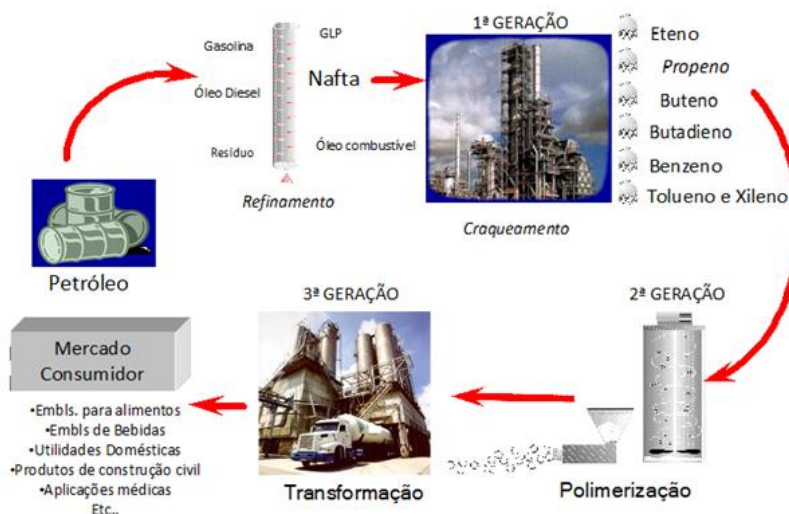
podem originar filmes, chapas, laminados e outros produtos utilizados por outras indústrias.

Dentre os setores brasileiros que mais consomem produtos plásticos em sua composição estão: construção civil com 16%, o setor de alimentos e bebidas também consome 16%) e o setor de automóveis e autopeças com 15%. O próprio setor de borracha e plástico também se situa como um consumidor potencial de insumos plásticos uma vez que ele pode utilizar filmes e chapas de plásticos para transformá-las em embalagens que podem ser revendidas a outras empresas (ABIPLAST, 2013).

O material plástico possui outra vantagem: ele pode ser reciclado. Desta forma o consumo de matéria-prima é reduzido e o resíduo pode retornar ao fluxo do processo produtivo, fazendo com que o ciclo produtivo seja renovado. Ainda, há a reciclagem que pode utilizar o resíduo pós-consumo, aquele resultante do consumo das famílias, bem como outro que pode aproveitar o resíduo industrial, aproveitando das rebarbas e das aparas que sobram da produção.

A estrutura da cadeia petroquímica e de plástico é segmentada em “três gerações”. A indústria de transformação de plástico compõe a terceira geração dessa cadeia, a qual transforma a resina em produtos que poderão ser destinados ao mercado consumidor. A figura 6 ilustra a cadeia petroquímica e de plástico.

Figura 6: Cadeira petroquímica e de plástico



Fonte: ABIPLAST (2013)

O Relatório Anual de Informações Sociais - RAIS, do Ministério do Trabalho e Emprego - MTE (RAIS, 2013) revela que grande parte das empresas brasileiras do setor de transformados plásticos, cerca de 44,1 %, estão localizadas no estado de São Paulo, enquanto 11,3% no Rio Grande do Sul, pouco mais de 8% estão no Paraná e Santa Catarina. Os percentuais dos demais estados podem ser observados conforme tabela 1.

Tabela 1: Localização das empresas de Transformados Plásticos no Brasil

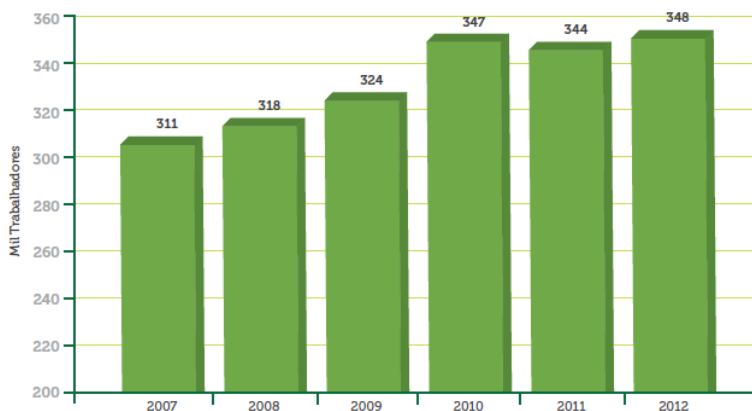
Classifi- cação	Estados	Empresas	Participação no Brasil (%)
1º	São Paulo	5.157	44,1
2º	Rio Grande do Sul	1.316	11,3
3º	Paraná	967	8,3
4º	Santa Catarina	952	8,1
5º	Minas Gerais	807	6,9
6º	Rio de Janeiro	662	5,7
7º	Bahia	284	2,4
8º	Pernambuco	279	2,4
9º	Goiás	231	2,0
10º	Ceará	206	1,8
11º	Amazonas	120	1,0
12º	Paraíba	107	0,9
13º	Espírito Santo	104	0,9
14º	Mato Grosso	82	0,7
15º	Rio Grande do Norte	61	0,5
16º	Alagoas	61	0,5
17º	Mato Grosso do Sul	54	0,5
18º	Pará	46	0,4
19º	Distrito Federal	41	0,4
20º	Sergipe	38	0,3
21º	Maranhão	34	0,3
22º	Piauí	31	0,3
23º	Rondônia	24	0,2
24º	Tocantins	14	0,1
25º	Acre	8	0,1
26º	Roraima	3	0,03
27º	Amapá	1	0,01
Total		11.690	100

Fonte: Relatório Anual de Informações Sociais - RAIS - Ministério do Trabalho e Emprego - MTE, (RAIS,2013)

O setor de transformados plásticos tem proporcionado a indústria brasileira uma taxa média de geração de empregos de 2% a cada ano,

exceto em 2012 onde o aumento foi de 1% em relação ao número de funcionários registrados em 2011. A figura 7 mostra os índices de empregados do ano de 2007 a 2012 desse setor.

Figura 7: Empregos do setor de transformados plásticos (em mil trabalhadores)



Fonte: Relatório Anual de Informações Sociais - RAIS - Ministério Trabalho e Emprego - MTE, (RAIS, 2013)

Assim, encerra-se o capítulo de fundamentação teórica, cujo propósito foi buscar informações relevantes ao tema estudado nesta tese e de gerar informação útil que serviu como base para esta pesquisa científica.

No capítulo seguinte, serão abordados os procedimentos metodológicos, o escopo do estudo, caracterização do local da pesquisa e da população pesquisada, além da descrição das etapas que foram utilizadas para atender aos objetivos do trabalho.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este capítulo trata-se da apresentação dos aspectos relativos aos procedimentos metodológicos, o escopo do estudo, caracterização do local da pesquisa e da população. Posteriormente, descrevem-se as etapas utilizadas para atender aos objetivos do estudo, os métodos e as técnicas do estudo, bem como a explicação sobre o tratamento de dados.

3.1 OS PROCEDIMENTOS GERAIS DE PESQUISA

Em razão dos argumentos enunciados pela AET, o que se pretende, é que os procedimentos de pesquisa seguirão uma padronização permitindo objetivar aquilo que até então parece ser tácito na atividade real de trabalho dos OPs.

3.1.1 O escopo do estudo

O cunho da pesquisa deste trabalho é considerado qualitativo. O foco da pesquisa qualitativa foi um estudo de caso, no qual teve como fase inicial a fase exploratória apoiada na Análise Ergonômica do Trabalho (GUÉRIN et al., 2001). Esta permitiu conhecer o trabalho do operador de máquinas injetoras de termoplásticos e os fatores que representam sua carga de trabalho.

Aborda-se também neste trabalho conforme objetivos descritos, pesquisas do tipo exploratória e descritiva.

Ressalta-se que a fase exploratória da pesquisa foi muito importante, tendo em vista que ela desperta a compreensão da etapa da escolha do tópico de investigação, de delimitação do problema, de definição do objeto e dos objetivos, de construção do marco teórico conceitual, dos instrumentos de coleta de dados e da exploração do campo (MINAYO, 2004).

Pesquisas que, embora sejam definidas como descritivas com base em seus objetivos, servem para proporcionar uma nova visão do problema, o que as aproxima das pesquisas exploratórias. Esses tipos de pesquisas são as mais utilizadas quando se trata de investigações em organizações industriais, comerciais, instituições educacionais, entre outras (GIL, 2009).

Nesta pesquisa utilizou o enfoque descritivo visto que um dos seus principais objetivos é compreender como os operadores de máquinas injetoras de uma indústria de centrais telefônicas, telefones e centrais de condomínios agem diante das variabilidades e

imprevisibilidades que ocorrem no exercício de sua atividade, na busca da normalidade do processo de trabalho.

Gil (2009) acrescenta ainda que se incluam entre as pesquisas descritivas aquelas que têm por objetivo levantar opiniões, atitudes e crenças de uma população.

Destaca-se o uso da observação direta, na qual o pesquisador frequentou o local onde o fenômeno ocorreu. Trata-se de uma técnica de coleta de dados que utiliza os sentidos para compreender determinados aspectos da realidade, não consistindo em apenas ver ou ouvir, mas também em examinar fatos ou fenômenos que se desejam estudar (FIORENTINI; LORENZATO, 2006).

Esta técnica auxiliou o pesquisador a identificar e a obter provas a respeito de objetivos sobre os quais os indivíduos não têm consciência, mas que orientam seu comportamento, colocando o pesquisador a um contato mais direto com a realidade (LAKATOS; MARCONI, 2009).

Portanto, foram utilizados nesta pesquisa: os métodos, técnicas e estratégias adotadas pela metodologia da Análise Ergonômica do Trabalho – AET. A pesquisa teve sua fundamentação nas análises das situações reais de trabalho, nos setores que envolvem operações e controles de SA numa IPC. O aprofundamento empírico das verbalizações dos OPs foi um campo amplo e adequado para o procedimento de entrevistas, as quais elucidaram a compreensão da atividade concreta dos OPs, bem como eles agem buscando suas estratégias de trabalho para o cumprimento das metas de produção (WISNER, 1987).

Neste sentido, com os instrumentos de entrevistas e análises das verbalizações foi possível investigar e conhecer o tratamento das informações sobre o estágio atual e remoto dos equipamentos, antecipação da sua possível evolução, memorização e elaboração de representações cognitivas, construção de diagnósticos, controle, acompanhamento e verificações dos resultados das intervenções realizadas pelo comportamento dos OPs.

O objeto desta investigação foi esclarecer, desenvolver, modificar conceitos e situações que se baseiam em ações que são observadas, registradas, analisadas, classificadas e interpretadas sem a manifestação do investigador.

A conduta da pesquisa foi preocupar com a atuação prática dos atores ou com as variáveis de fenômenos pouco pesquisados (GAYA, 2008; GIL, 2009), na qual a mobilização desses recursos metodológicos teve a inquirição nas formas de agir da atividade de trabalho dos OPs do departamento de máquinas injetoras.

Os resultados da análise do estudo de caso foram apresentados juntamente com as considerações da literatura investigada.

3.1.2 A localização da pesquisa

É uma empresa localizada na região metropolitana de Florianópolis, no Estado de Santa Catarina. Fundada em 1976, atua nas áreas de Telecomunicações, Redes e Segurança eletrônica. É destacada no cenário brasileiro por possuir o domínio tecnológico de seus produtos, os quais são desenvolvidos sob critérios inovativos, com tecnologia de ponta para o setor de produção e de linhas de montagem, ambas automatizadas. Possui processos produtivos implementados com SA de máquinas injetoras de termoplásticos cujas situações de trabalho dos OPs puderam ser pesquisadas em conformidade com os objetivos propostos.

3.1.3 Caracterização da População e amostra

A empresa atualmente é líder no mercado brasileiro de fabricação de centrais telefônicas, telefones e centrais de condomínios. A fabricação de seus produtos é desenvolvida através de processo de transformação de termoplásticos por injeção, tem 1.800 trabalhadores, dos quais 78 estão lotados no Departamento de Injeção, onde se encontra o posto de trabalho que é o motivo de investigação desta pesquisa.

O Departamento de Injeção é constituído por 28 máquinas injetoras de plásticos, as quais têm a capacidade produtiva de processar 120 toneladas mensais de plásticos para fabricação de seus produtos.

Os participantes da pesquisa sócio demográfica (APÊNDICE A), que responderam ao questionário, foram 78 pessoas pertencentes ao Departamento de Injeção, compostos pelos cargos: auxiliar produtos injetados, preparador de máquinas injetoras, operador de máquina injetora bicolor, operador processos produção, supervisor produção injetados, líder produção injetados, controlador de estoques e auxiliar de almoxarifado, de ambos os sexos. Portanto, a amostra representa 100% da população, dos quais a maioria é masculina (78% homens e 22% mulheres), que concordaram em participar voluntariamente do estudo, em que se garantiu sigilo quanto à identificação pessoal.

A população de referência deste estudo foi acompanhada nos três turnos de trabalho.

Os motivos que levaram o pesquisador a escolher o Departamento de Injeção de uma indústria de telefones para fins de estudo deste projeto, podem ser assim enumerados:

- 1) Quando cursava a graduação em Administração já existia um sentimento diferenciado para as disciplinas relacionadas aos trabalhadores e as máquinas. O estágio para conclusão de seu curso foi realizado numa empresa de mineração, o qual foi delimitado na área de implantação de cargos e salários. Esta área possibilitou o conhecimento geral dos conteúdos dos cargos perante a exigência prescrita na descrição dos mesmos. Após a conclusão do curso de graduação especializou-se em Administração da Produção, pela Universidade Federal do Rio de Janeiro;
- 2) Aprofundou sua preocupação sobre o comportamento das novas atividades de trabalho frente ao surgimento das novas tecnologias. Posteriormente, realizou o curso de mestrado na Universidade Federal de Minas Gerais, com especialização em Ergonomia. A investigação da pesquisa apresentada no mestrado culminou em análises de situações que envolviam a compreensão das formas de agir dos trabalhadores, diante das situações de variabilidades que aconteciam com os novos sistemas de produção de uma fábrica de cimento;
- 3) Durante a vida acadêmica o pesquisador sempre lecionou disciplinas relacionadas à Administração da Produção, Administração de Processos Produtivos, Logística, dentre outras;
- 4) Quando ingressou no curso de doutorado, da Universidade Federal de Santa Catarina, seu projeto de pesquisa foi direcionado para área de concentração em Ergonomia, com ênfase em gestão de processos produtivos;

Ao cursar a disciplina Análise Ergonômica do Trabalho, do PPGEP/UFSC emergiu a motivação de continuar investigando as atividades operatórias dos trabalhadores frente às variabilidades que ocorrem nos sistemas produtivos.

Dessa forma, o pesquisador conheceu uma indústria que fabrica centrais telefônicas, telefones e centrais de condomínios. Ao conhecer os setores da indústria, mais uma vez, o pesquisador ficou motivado ao presenciar as estratégias operatórias que os trabalhadores executam frente às variabilidades que ocorrem no sistema automatizado, especificamente com as máquinas injetoras. A decisão da escolha do Departamento de Injeção ocorreu devido reclamações mencionadas

pelos OPs frente às situações de disfuncionamentos que acontecem com as máquinas injetoras de termoplásticos.

Assim, o pesquisador fez um recorte metodológico, onde foram realizadas entrevistas, fotos, filmagens e observação participante na empresa pesquisada. Optou-se por investigar a compreensão das regulações executadas pelos OPs de máquinas de injeção de termoplásticos, na sua atividade de trabalho.

3.2 PRINCÍPIOS ÉTICOS

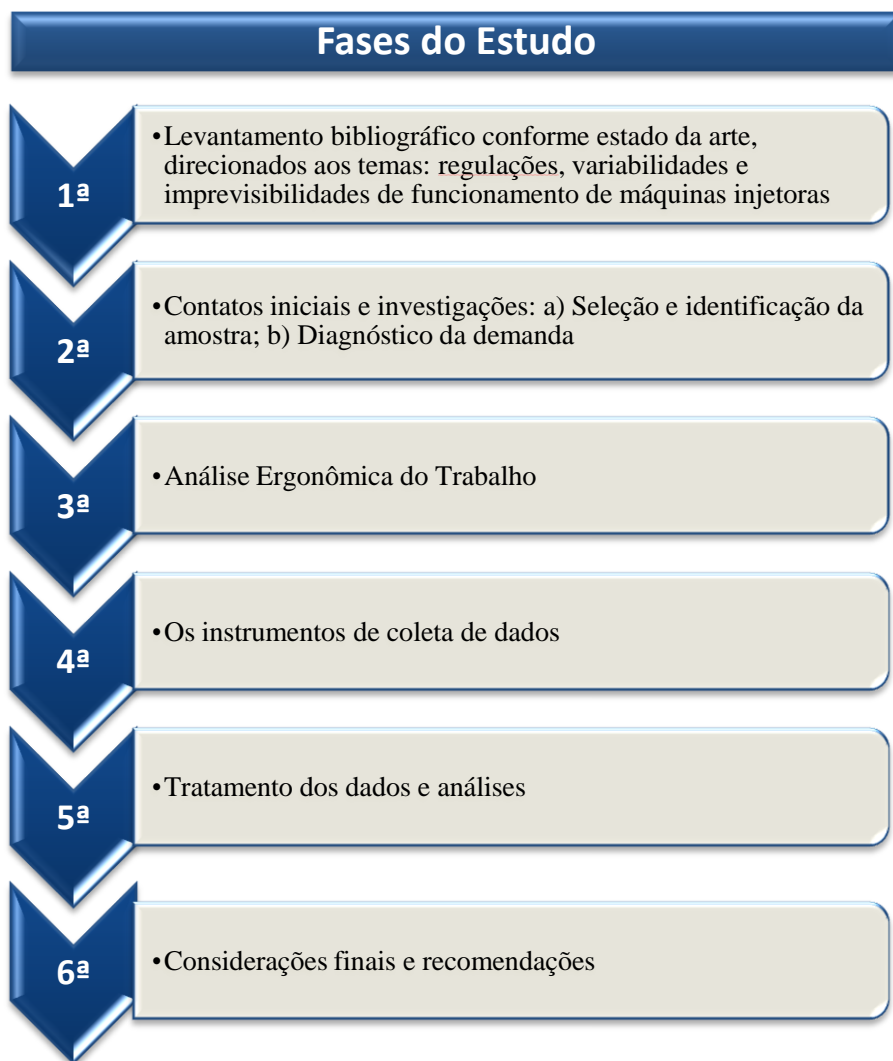
Expressou-se através de um documento formal endereçado aos dirigentes da empresa pesquisada o respeito aos princípios dos códigos de ética das instituições. Firmou-se o sigilo absoluto dos dados a serem coletados onde os mesmos não seriam divulgados sem a prévia autorização das partes. O projeto de pesquisa foi submetido aos dirigentes da empresa, o qual foi aprovado em 14 de junho de 2011(ANEXO A). Aos trabalhadores que participaram da pesquisa foi, da mesma forma, solicitado pedido e autorização para a realização das entrevistas, com consequente esclarecimento das etapas da pesquisa. A pesquisa foi realizada entre os anos de 2011 e 2013.

Há um compromisso assumido pelo pesquisador de compartilhar os resultados de sua investigação não só com no âmbito acadêmico, mas também com os atores envolvidos no contexto do trabalho pesquisado. Desse modo, foram aplicados esforços para conhecer, compreender e transcrever informações relativas às atividades dos operadores de máquinas injetoras de termoplásticos, zelando-se por detalhar termos técnicos específicos de regulações, variabilidades e imprevisibilidades que correspondem fielmente ao conteúdo, a fim de não comprometer os resultados do estudo.

Pretende-se realizar a devolução de dados aos operadores, supervisores e chefias do Departamento de Injeção na forma de exposição oral e por meio de relatório impresso, que contenha os principais resultados e recomendações. Além disso, o trabalho completo de tese estará disponível no site da Universidade Federal de Santa Catarina, ao qual todos terão acesso.

3.3 FASES DO ESTUDO

As fases do estudo constaram de momentos distintos os quais foram aplicados e avaliados na medida que o pesquisador desenvolvia seu trabalho. A figura 8 ilustra as fases de estudo.

Figura 8: Fases do Estudo

Fonte: Elaborada pelo autor (2013)

3.4 AS ETAPAS DOS PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para atender às necessidades do trabalho proposto, desenvolveu-se um procedimento metodológico constituído pelas seguintes etapas gerais, que, em seguida, são explicados detalhadamente:

a) O levantamento bibliográfico foi construído conforme o estado da arte, direcionado a temas ligados aos SA de máquinas injetoras de termoplásticos, focalizando (aspectos de concepção e funcionamento) e quais as reações dos operadores diante das dificuldades em controlar o processo produtivo e *como* eles atuam em situações de regulações, variabilidades e imprevisibilidades, no seu posto de trabalho.

O apoio do referencial teórico teve significância contextual tornando sólida a interpretação das justificativas de compreensão da complexidade das tarefas em que estão envolvidos os OPs.

b) Foram esclarecidos para empresa como seriam os contatos e as investigações iniciais, bem como estabelecimento do contrato formal de pesquisa.

c) Os instrumentos de coleta de dados, mediante aplicação da Metodologia da Análise Ergonômica do Trabalho (WISNER, 1994; SANTOS; FIALHO, 1997; GUÉRIN et al., 2001) para os OPs de máquinas injetoras de termoplásticos.

d) Para o tratamento dos dados foram utilizados a análise qualitativa mediante observação participante, entrevistas, fotos e filmagens relacionadas ao tema de pesquisa proposto.

e) Usou-se nos resultados da análise do estudo de caso citações de autores contrapondo a literatura investigada.

f) Considerações finais e recomendações.

3.4.1 Os contatos e as investigações iniciais

Apresentou-se em 19 de outubro de 2011 para os dirigentes da empresa o primeiro documento contendo planejamento e cronograma de atuação do pesquisador (ANEXO B). O documento continha: qual seria o seu papel, os objetivos a serem alcançados, bem como a forma como deveria ser desenvolvida a AET.

Em 12 de março de 2012 foi apresentado o segundo documento para a empresa, no qual continha o cronograma de continuação das atividades do pesquisador (ANEXO C).

A forma de realizar as investigações modelou-se às reais condições do trabalho encontradas. Portanto a necessidade de ver e

ouvir os OPs durante as ações (em tempo real e *in loco*) tornou-se o fator importante para o pesquisador.

Para investigações iniciais adotou-se entrevistas com os OPs, bem como com o grupo de dirigentes da empresa e supervisores envolvidos na demanda. Nas observações e entrevistas com os OPs as preocupações sempre eram de confrontar *como* eles realizavam suas tarefas na ação real da atividade.

O processo de investigação do campo foi realizado conforme cronograma das atividades mencionados nos ANEXOS B e C.

Cumprido esses cronogramas chegou-se àquilo que BOGDAN; BIKLEN (1994, p.96) chamam de “saturação de dados”, ou seja, as informações tornaram-se repetitivas.

Nos meses de outubro, novembro até meados de dezembro de 2013, à medida que houve necessidade de se aprofundar na análise dos dados coletados, nos resultados e na discussão o pesquisador retornou à empresa para visitas de confrontação e esclarecimentos de dúvidas da pesquisa.

3.4.2 As etapas da Análise Ergonômica do Trabalho (AET)

Conforme evidenciado, privilegiou-se como ferramenta metodológica para o trabalho de pesquisa a AET e, para isso, as seguintes etapas sugeridas por WISNER (1994, p.96) se tornam imprescindíveis:

- a) Constituição e análise da demanda;
- b) Análise do ambiente técnico econômico e social da empresa;
- c) Análise das atividades e da situação de trabalho;
- d) Recomendações ergonômicas;
- e) Validação da intervenção e eficácia das recomendações.

3.4.2.1 Constituição e análise da demanda

A primeira fase consistiu na análise da demanda que é a etapa onde nasceu a definição do problema para ser analisado.

Os traços característicos do enfoque metodológico sustentam-se no paradigma de que a natureza do objeto de investigação (interrelação indivíduo-trabalho) subordina o método, seu instrumental e seus

procedimentos (FERREIRA, 2002), destaca pressupostos que, se não satisfeitos, colocam em risco a eficiência e a eficácia da AET:

- **Situação-problema:** origina de uma demanda dos interlocutores (diretores, sindicalistas, trabalhadores etc.) que buscam delimitar indicadores críticos existentes nas organizações e/ou projetarem novas situações de trabalho e/ou uso de produtos e tecnologias (concepção). Ela pode ser considerada a ponta do iceberg, e pode camuflar com frequência seus reais determinantes. Redefinir a demanda, recortando e priorizando suas causas, por meio da busca de informações pertinentes, constitui procedimento incontornável de instrução à demanda;
- **Participação:** é necessária para os resultados confiáveis da AET, pois, sem a participação dos trabalhadores e dos superiores direta ou indiretamente envolvidos com a situação-problema, o diagnóstico ergonômico seria parcial e superficial. Três aspectos qualificam o conceito de participação, que deve ser: a) efetiva e não formal; b) fundada no desejo voluntário dos sujeitos de participar da AET; e c) global, ou seja, ocorrer em todas as fases da AET e envolver todos os níveis. Tais características são cruciais para as etapas de implantação e avaliação. É essa participação que faz do produto do trabalho da ergonomia um resultado em co-produção, ou seja, um elo baseado na cooperação, que pode se encaixar no quadro da pesquisa-ação, onde os trabalhadores são também produtores de conhecimento sobre o próprio trabalho. A arte de conquistar a confiança dos trabalhadores constitui o principal desafio para a participação efetiva deles;
- **Informação:** é a matéria-prima essencial que possibilita o desenvolvimento da AET. Explicitando-se as regras de ação ergonômica (uso de equipamentos de registro, por exemplo, filmadoras), ter acesso às informações implica, principalmente: conhecer *in loco* as situações de trabalho; contatar os trabalhadores e/ou clientes e usuários para realização de entrevistas e aplicação de questionários; possibilitar a análise da documentação referente ao processo de trabalho. Evidentemente, o acesso às informações está condicionado às regras deontológicas que regulam a ação ergonômica: anonimato das fontes; acesso aos dados brutos da pesquisa apenas pelos pesquisadores; difusão acordada dos resultados, preservando-se a identidade dos sujeitos e da instituição;

- **Variabilidade:** comporta duas dimensões interdependentes, a variabilidade intra e interindividual, que se baseiam na premissa das diferenças dos sujeitos, suas singularidades, as quais influenciarão a conduta no trabalho, e a variabilidade do contexto sociotécnico, que se expressa pela especificidade de cada empresa, cada instituição em termos de materiais, equipamentos, instrumentos, produção sazonal, legislação pertinente, evolução das situações (normal, acidental), perfil dos clientes e usuários, que demarcarão os limites e as possibilidades da aplicação da AET.

Para chegar à situação-problema investigada, utilizou-se a técnica de entrevistas informais com os diversos atores envolvidos na operacionalidade da máquina injetora (supervisores, engenheiros, auxiliares, entre outros), principalmente com os operadores.

Nessa etapa de análise da demanda, delimitou-se o local da pesquisa: Departamento de Injeção, e definiu-se a população e amostra: operadores de máquinas injetoras.

3.4.2.2 Análise do ambiente técnico econômico e social da empresa

Esta etapa consistiu do levantamento do trabalho prescrito (análise da tarefa) do operador de máquina injetora, que foi obtido na busca por informações às fontes primárias, ou seja, consulta a normas, regulamentos e manuais de instruções da própria organização.

As conversas por meio de entrevistas informais foram ferramentas utilizadas nessa fase da pesquisa e em etapas posteriores. A entrevista representa um instrumento básico para a coleta dos dados. As entrevistas qualitativas são pouco estruturadas, podem ser individuais ou coletivas e visam a dar visibilidade às representações operativas dos sujeitos (por exemplo, crenças, estratégias de ação, esquemas, entre outros). Elas partem do pressuposto de que a conduta no ambiente de trabalho é inseparável das representações mentais que os sujeitos constroem e reconstróem para a consecução de objetivos de múltiplas origens (FERREIRA, 2002).

Neste contexto,

O que torna a entrevista instrumento privilegiado de coleta de informações para as ciências sociais é a possibilidade de a fala ser reveladora de condições estruturais, de sistemas de valores, normas e símbolos

(sendo ela mesma um deles) e ao mesmo tempo ter a magia de transmitir, através de um porta-voz, as representações de grupos determinados, em condições históricas, socioeconômicas e culturais específicas (MINAYO, 2004, p. 110).

Portanto, foram realizados os seguintes levantamentos: linguagem natural e técnica na situação real de trabalho; estratégias empregadas durante as diversas fases da tarefa; comportamentos das verbalizações, mecanismos de regulação da ação em função das características da tarefa e dos operadores; aspectos críticos e condicionantes das atividades; problemas do coletivo de trabalho na organização da empresa; compreensão de como o operador desempenha sua atividade no trabalho, ou seja, *como* ele detecta, identifica, decodifica, cria sua representação mental, imagina, resolve problemas, organiza procedimentos estratégicos, realiza sua tomada de decisão e age.

3.4.2.3 Análise das atividades e da situação de trabalho

A terceira etapa da AET é a análise da atividade, que corresponde à maneira pela qual o trabalhador efetivamente realiza sua tarefa para atingir determinado objetivo laboral, em termos de como dispõe de seu corpo, sua personalidade, suas emoções e suas competências para realizar um trabalho.

Nesse aspecto, DANIELOU; JACKSON FILHO (2004, p. 184) expressam: “Designamos por análise da atividade aquela dos comportamentos, condutas, processos cognitivos e interações realizadas por um operador ou uma operadora durante as observações”.

Nessa etapa, empregou-se também observações sistemáticas e as entrevistas de autoconfrontação (buscando confrontar o dito com o observado, com vistas a compreender as razões e motivos da atividade de trabalho) comporam as recomendações ergonômicas e as validações da pesquisa.

Nesta pesquisa, foi usada a técnica da verbalização. A verbalização é a técnica onde o inquirido explica ao inquiridor como faz sua tarefa ABRAHÃO et al., (2009, p.224). Serviu para que o investigador se familiarizasse com ambiente de trabalho e com a terminologia empregada no funcionamento operacional do sistema de máquinas injetoras de termoplásticos.

O uso dessa técnica foi indispensável para produzir as explicações mencionadas no posto de trabalho por parte dos OPs. A partir das falas do operador na sua atividade concreta de trabalho é que conseguimos compreender como ele usa suas estratégias cognitivas para corrigir o disfuncionamento das máquinas injetoras.

O registro das verbalizações foi efetuado com uma filmadora, para posterior transcrição e análise. Segundo GUÉRIN et al. (2001, p. 165) a verbalização é essencial pelas seguintes razões:

1) a atividade não pode ser reduzida ao que é manifesto e, portanto, observável. Os raciocínios, o tratamento das informações, o planejamento das ações só podem ser realmente apreendidos por meio das explicações dos operadores; 2) as observações e medidas são limitadas em sua duração. Assim, o operador, pela verbalização, pode ajudar a ressituar essas observações num quadro temporal mais geral; 3) nem todas as consequências do trabalho são manifestas: o operador pode expressá-las e relacioná-las com características da atividade.

Para contribuir com o entendimento das atividades cognitivas recursos complementares foram agregados, no sentido de dar maior consistência ao trabalho de pesquisa apresentando aos OPs situações problema, observando suas reações, analisando os conhecimentos prévios e fatores motivacionais. Também, valorizou-se para a análise os erros dos OPs, tais como: esquecimentos, incidentes, informações que eles dão preferência para alcançar o cumprimento de uma determinada tarefa. Em que ordem e com que frequência essas informações têm influência nos procedimentos estratégicos adotados por eles, para sanar as imprevisibilidades do funcionamento da máquina injetora.

3.4.2.4 Recomendações ergonômicas

Após o término da pesquisa será elaborado um relatório contendo os principais resultados e recomendações que se fizerem necessárias à melhoria de funcionamento do SA das máquinas injetoras aos

operadores, supervisores e chefias do Departamento de Injeção, na forma de exposição oral e por meio impresso.

3.4.2.5 Validação da intervenção e eficácia das recomendações

O padrão da AET sugerida por WISNER (1994) é que se finalize a análise ergonômica do trabalho com esta etapa. Portanto, torna-se necessário a validação das intervenções e eficácia das recomendações, as quais deverão ser novamente confrontadas com os operadores, supervisores e chefias do Departamento de Injeção considerando o ponto de vista que foi contemplado pelo pesquisador, na elaboração do relatório de recomendações.

Esta confrontação favorece o procedimento de decisão final, sobretudo se a validação da intervenção implicar em recomendações de mudanças que requerem ações de transformações em relação a novos planejamentos de ações e à operacionalização das mudanças necessárias na situação de trabalho.

3.4.3 A coleta de dados

Os motivos que levaram a escolha do Departamento de Injeção para investigação deste estudo estão alicerçados em pesquisas realizadas no curso de mestrado onde o pesquisador descreveu situações que envolveram o trabalho do homem diante das variabilidades que ocorrem com os disfuncionamentos do sistema produtivo. Dessa forma, nesta pesquisa adota-se um recorte metodológico, onde se realizou entrevistas informais, fotos, filmagens e a observação participante. Optou-se por investigar a compreensão das regulações executadas pelos OPs de máquinas de injeção de termoplásticos, na sua atividade de trabalho.

Para realização da pesquisa foram utilizados quatro períodos distintos. O primeiro aconteceu de 14 de junho a 10 de outubro de 2011 quando foram estabelecidos os primeiros contatos com os dirigentes da empresa para apresentação da proposta de pesquisa. Após os contatos iniciais e conhecer toda estrutura da empresa o pesquisador manifestou interesse específico da pesquisa para o departamento de injeção. Nesse departamento estão lotados os operadores de máquinas injetoras de termoplásticos. Durante este período foi utilizada a técnica da observação participante onde a mesma serviu para que o investigador se familiarizasse com ambiente de trabalho e com a terminologia

empregada no funcionamento do sistema de máquinas injetoras (ANEXO A).

O segundo ocorreu de 19 de outubro a 13 de dezembro de 2011. Para o início e término deste período foi entregue aos dirigentes da empresa um cronograma das atividades que seriam realizadas com os agentes do departamento de injeção. Resumidamente o cronograma apresentava as intenções concretas do pesquisador de coletar informações junto aos operadores de máquinas injetoras através de observações, conversas, entrevistas, filmagens, fotos, avaliações, análises e confronto dos dados (ANEXO B).

O terceiro momento foi de 12 de março a 08 de agosto de 2012. Foi apresentado aos dirigentes da empresa outro cronograma das atividades referente ao período supra citado. Nessa etapa, o pesquisador já estava mais familiarizado com o ambiente de trabalho e com os operadores pode então utilizar melhor a técnica da observação participante (ANEXO C).

O último momento ocorreu nos meses de outubro, novembro até meados de dezembro de 2013. Nessa fase houve necessidade do pesquisador retornar à empresa para visitas de confrontação e esclarecimentos de dúvidas da pesquisa.

A representação de forma resumida referente aos períodos que foram dedicados a pesquisa na empresa encontra-se no quadro 1.

Quadro 1: Demonstrativo dos períodos de pesquisa na empresa

Período	Duração	Atividades	Objetivos
Primeiro	14 de junho a 10 de outubro de 2011	a) contatos iniciais com dirigentes da empresa; b) decisão específica da pesquisa no departamento de injeção.	a) apresentar proposta e conduta da pesquisa; b) especificar recorte da pesquisa.
Segundo	19 de outubro a 13 de dezembro de 2011	Coleta de dados através de observação participante: conversas, entrevistas, filmagens, fotos, avaliações e confrontação dos dados.	Estabelecer o primeiro cronograma das atividades de pesquisa no departamento de injeção.
Terceiro	12 de março a 08 de agosto de 2012	Continuação coleta de dados através de observação participante: conversas, entrevistas, filmagens, fotos, avaliações e confrontação dos dados. Aplicação do questionário sócio demográfico	Desenvolver o segundo cronograma das atividades de pesquisa no departamento de injeção.
Quarto	Outubro, novembro até meados dezembro de 2013	Visitas de confrontação e esclarecimentos de dúvidas da pesquisa.	Aprofundar na análise dos dados coletados, nos resultados, na discussão e esclarecer dúvidas da pesquisa.

Fonte: Elaborado pelo autor (2013)

Para a coleta de dados sócio demográfico foi realizado um questionário de pesquisa contendo as seguintes características variáveis: sexo, estado civil, idade, escolaridade, cargo, turno e tempo de empresa (APÊNDICE A).

Nesta pesquisa, adotou-se como instrumento de coleta de dados: as observações e as entrevistas efetuadas no ambiente de trabalho. As entrevistas não estruturadas foram realizadas com os OPs, em turnos de trabalhos diferenciados, para obter depoimentos diferentes, por julgar que esse tipo de entrevista pode ajudar na compreensão da atividade, procurando entendê-la a partir da realidade do trabalho. Usou-se ainda a observação do comportamento no trabalho, com a presença do pesquisador, nos três turnos de trabalho dos OPs. A intenção foi identificar suas ações diante dos problemas de funcionamento do SA das máquinas injetoras.

LAKATOS; MARCONI (2009, p. 275) definem observação da seguinte forma: “[...] é uma técnica de coleta de dados para conseguir informações utilizando os sentidos na obtenção de determinados aspectos da realidade. Não consiste apenas em ver e ouvir, mas também em examinar fatos ou fenômenos que se deseja estudar”.

Conforme FERREIRA (2002) as observações podem ser consideradas de duas formas: a) livres ou abertas, cujos objetivos são obter o primeiro acesso às situações de trabalho, estabelecer contato direto com os trabalhadores e definir critérios para a escolha de situações para uma análise mais fina; b) sistemáticas, cujo objetivo é efetuar registros quantitativos (variáveis predefinidas, por exemplo, os deslocamentos na área de trabalho) e qualitativos (variáveis abertas, por exemplo, a descrição do ciclo de uma tarefa).

As entrevistas e observações sempre ocorreram de forma conjugada onde os dados serviram de orientações para outras etapas e observações complementares. Buscou-se explicitar as razões e os motivos dos atores baseando nas suas próprias verbalizações.

Com o objetivo de elucidar os resultados e as discussões apresentadas usou-se de citações de autores contrapondo as verbalizações dos OPs.

As entrevistas com os OPs foram realizadas a partir da observação do comportamento no ambiente de trabalho. Assim, a maioria das questões das entrevistas teve sua formulação de maneira contextualizada, tendo como referência situações concretas e que ocorreram em tempo real. Foi utilizado o verbo sempre no presente (ou passado recente) e remetido ao ator no seu próprio comportamento, sintonizando-o com a situação que foi investigada. Utilizou-se de

questões do tipo: “*o que fez você quando o sistema ... ?*”, “*O que você fez agora?*”, “*Como você soube que deveria fazer essa alteração no ... ?*”, “*Quando é que você altera os parâmetros desse ... ?*”, “*Com que finalidade você fez isto?*”, “*Como você opera o sistema?*”, “*O que fez você decidir por esta intervenção?*”, “*Como você regula a máquina injetora?*”, “*Porque você aumentou a velocidade da injetora?*”. Ao usar esses questionamentos, preserva-se o contexto da atividade de trabalho.

Com a permissão do contingente de operadores e dos dirigentes da organização, o posto de trabalho e os diálogos foram anotados em um bloco de anotações, gravados, fotografados e filmados, reproduzidos e transcritos, para auxiliar na descoberta de situações que demonstrem as lacunas entre os dispositivos operacionais das máquinas injetoras e as ações de regulações exigidas, na atividade real de trabalho dos operadores.

3.4.4 Tratamento dos dados

Em resposta às questões de pesquisa foram buscados elementos que colaboraram para investigar como os OPs de máquinas injetoras termoplásticos agem mantendo a normalidade do funcionamento do sistema, diante das variabilidades que decorrem na sua atividade de trabalho.

Neste estudo, utilizou-se observação aberta e sistemática, bem como da observação participante, uma vez que os dados foram colhidos junto aos operadores das máquinas injetoras, observados em seu posto de trabalho.

Com o uso de um bloco de anotações cada observação foi registrada, onde se anotavam a data, a hora de início e de término do contato, cargo do ator observado, as características dos produtos que se encontravam em processo de produção no momento específico das observações e aspectos gerais das máquinas injetoras. A rotina das visitas e observações obedeceu aos cronogramas citados nos anexos b e c. Ocorreu nos meses de outubro, novembro até meados de dezembro de 2013 a necessidade de o pesquisador retornar à empresa para visitas de confrontação e esclarecimentos de dúvidas da pesquisa. No momento de acompanhar os operadores no seu no posto de trabalho, era solicitada sua permissão. O pesquisador ficava ao lado do operador de máquina injetora, às vezes sentado ou em pé, de maneira a não interferir no uso dos dispositivos das máquinas injetoras. As entrevistas eram complementares às observações e aconteciam concomitantemente às

observações. Nesse contexto, os questionamentos eram feitos nos momentos em que o operador estava nos períodos de vigilância, a fim de evitar interrompê-lo durante as anormalidades do sistema. Enquanto se observava ou se entrevistava, descreviam-se os novos dados no bloco de anotações e eram realizados registros de verbalizações com uma filmadora marca Sony HandyCam DCR-SR47.

Após sair do ambiente da pesquisa, ao retornar para a universidade ou lar, instantes depois ou no dia seguinte, o levantamento dos dados do último contato eram digitalizados e todas as anotações eram escritas com maiores detalhes. Os discursos eram interpretados e transcritos na íntegra. Procurava-se, também, descrever a própria percepção do pesquisador quanto às observações do último contato. Sempre que possível, confronta-se o que era observado e descrito com o que tinha sido indagado por autores que já haviam sido consultados sobre o assunto.

A duração de cada visita no posto de trabalho do operador de máquina injetora acontecia por cerca de no mínimo 2h, entretanto, quando se julgava necessário, a duração era maior (de 3h, 4h ou até 5h). Algumas vezes, o envolvimento das visitas se estendeu a períodos maiores, devido ocorrências de anormalidades no processo produtivo. Nessas situações, o pesquisador permaneceu mais tempo no posto de trabalho. A intenção era de aproveitar essas oportunidades de disfuncionamentos para observar e compreender como os OPs normalizariam a produção.

Por decorrência desses eventos, o pesquisador teve que almoçar, jantar e lanche com os OPs. O pesquisador observou os três turnos de trabalho. Constatou-se que não há diferença entre os turnos de trabalho quanto ao cumprimento das metas produtivas estabelecidas. Tais momentos contribuíram para entender como os OPs regulam os procedimentos de trabalho buscando sempre a normalidade no processo produtivo.

Nos anos de 2011 e 2012 dedicou-se especificamente à análise da atividade, na busca por acompanhar eventos que facilitassem a compreensão das ações de regulações, variabilidades nas atividades do operador de máquina injetora. No quarto trimestre de 2013 aconteceram visitas quinzenais de confrontação dos dados.

Comenta GUÉRIN et al. (2001, p. 87):

[...] são inúmeras as idas e vindas entre as diferentes fases: novos elementos da

demanda vão aparecer no decorrer da ação; na análise de uma dada situação de trabalho pode-se descobrir que é indispensável estudar uma outra, situada a montante ou a jusante; as observações sistemáticas levarão eventualmente a um ajuste do pré-diagnóstico e, portanto, a realizar observações de um tipo diferente.

Em todas as etapas da pesquisa, houve a necessidade de diversas idas e vindas, pois, durante período demandado na empresa, enorme quantidade de material foi coletada. No intuito de descrever como o operador de máquina injetora age diante das variabilidades do sistema, ocorreu a preocupação de apresentar os resultados de forma organizada e clara, de forma a contribuir para o processo de entendimento do objeto de estudo.

Na análise de dados, a partir das entrevistas e observações do comportamento dos OPs no ambiente de trabalho, maior ênfase foi destinada as ações de como eles agem diante das anormalidades do sistema. As ações de regulações serviram para confirmar o que se entendeu como variabilidades.

Dessa forma, os quadros de 3 a 9 mencionados nessa pesquisa reproduzem os extratos (resultados) das entrevistas de observação, bem como as de autoconfrontação, a fim de facilitar o entendimento dos resultados e as discussões.

No capítulo seguinte serão analisados e discutidos os resultados da pesquisa realizados com os OPs.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta pesquisa, usou-se a estratégia de mostrar os resultados encontrados contrapondo-os com o que foi encontrado na literatura, por autores que já trabalharam os temas investigados. Os dados são apresentados de forma discursiva, os quais mostram as estratégias que caracterizam *como* os OPs de máquinas injetoras de termoplásticos agem para buscar a normalidade do processo de trabalho diante das variabilidades e imprevisibilidades que ocorrem no exercício de sua atividade.

Coletou-se dados que formam a rotina de trabalho dos OPs. Detectou-se as variáveis da sua carga de trabalho. Verificou-se as seguintes características relacionadas às ações de sua atividade: esforço repetitivo, uso de sua memória imediata, inúmeras micro-decisões, interpretação das suas habilidades informais, uso de regulações e de suas atitudes comportamentais, sejam elas físicas, psíquicas ou cognitivas.

Os resultados apresentados neste capítulo indicam que na atividade de trabalho são exigidos dos OPS intervenções nas máquinas injetoras por razões de disfuncionamentos de parametrizações, temperatura, tempo, molde, velocidade, pressão e matéria-prima que são inerentes ao processo produtivo.

A busca da normalidade da produção com qualidade e produtividade se dá com intervenções dos OPs. O OP, por exemplo, para garantir a produção, diminui ou aumenta a temperatura da máquina injetora.

Diante desse dilema, o OP, para manter as especificações do acabamento final das peças produzidas dentro dos parâmetros de qualidade e produtividade, condiciona sua atenção às telas de informações da máquina, para controlar as oscilações que sempre ocorrem. E isso o leva a uma necessidade constante de intervir na regulagem do funcionamento do ciclo produtivo de injeção.

Ilustrou-se esta explanação com exemplos práticos que estão associados aos automatismos, bem como os efeitos decorrentes das matérias-primas que compõem o funcionamento do processo de injeção de termoplásticos. Por exemplo: a variabilidade dos teores dos polímeros (formatos, fenômenos físico-químicos, principalmente por parte da presença de umidade) que pode comprometer a operacionalidade dos automatismos (informações, sensores, desregulagens dos automatismos), gerando, com isso informações

imprecisas e, conseqüentemente, dificultando o ciclo produtivo de injeção.

Desde a criação da empresa o controle de funcionamento do sistema de injeção era realizado por meio de painéis de controles analógicos. Naquela época, existiam vários painéis com dezenas de mostradores compostos de lâmpadas que, quando acendiam, sinalizavam algum distúrbio em certas partes no funcionamento das máquinas injetoras.

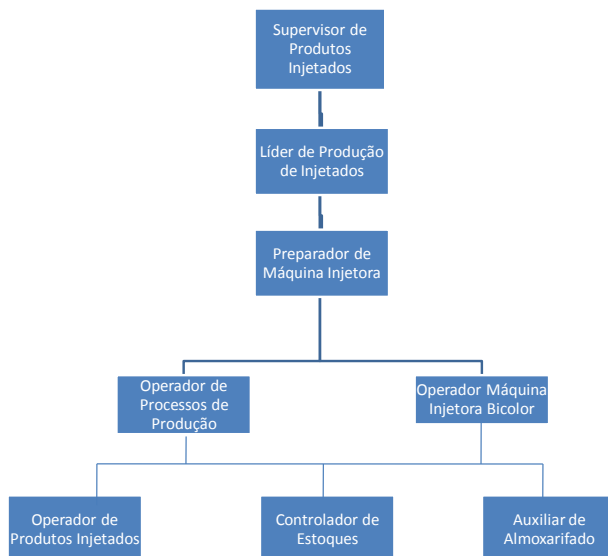
A partir de 2003, a empresa adquiriu novas máquinas e equipamentos de base microeletrônica. Contratou empresas especializadas em implantação de sistemas informatizados para viabilizar melhorias na produção, visando a aplicação intensiva de ferramentas avançadas de manufatura e qualidade, resultando no incremento de novos sistemas automatizados do departamento de máquinas injetoras, os quais se encontram em funcionamento até hoje.

Ao final do capítulo descrevem-se dados e discute-se as ações que os OPs utilizam para regular o sistema de produção de máquinas injetoras de termoplásticos.

4.1 A ESTRUTURA ORGANIZACIONAL DO DEPARTAMENTO DE INJEÇÃO

A estrutura organizacional do departamento de injeção da empresa pesquisada é representada na forma a seguir, ou seja, sua unidade de comando do departamento encontra-se configurada no cargo de Supervisor de Produtos Injetados. O cargo de Supervisor de Produtos Injetados é considerado o órgão máximo desse departamento onde os demais cargos estão diretamente reportados a ele. A figura 9 mostra a cadeia hierárquica de comando do departamento de injeção.

Figura 9: Estrutura Organizacional do Departamento de Injeção



Fonte: Elaborada pelo autor (2013)

De acordo com ANDRADE (2012, p.145) um órgão, setor ou departamento em uma empresa pode ser representado em forma de uma estrutura organizacional. Assim:

[Uma estrutura organizacional] caracteriza-se por uma forte centralização da autoridade, pela pouca formalização e por uma coordenação baseada essencialmente na supervisão direta e no princípio da unidade de comando.

Cada turno de trabalho inicia-se com uma reunião, denominada de "passagem de serviço", na qual obrigatoriamente participam todos os operadores e líderes de produção do horário de trabalho que iniciará.

Nessa reunião, são prestadas informações administrativas, técnicas, índices de produção previstos e realizado e de forma geral o comportamento operacional das máquinas injetoras e outros equipamentos. Esse momento de troca de turno as informações do coletivo de trabalho tem duração de cerca de quinze minutos, e a equipe que está chegando recebe os dados do processo produtivo, de interesse do grupo para continuação do desenvolvimento das tarefas. O perfil do trabalhador para desempenhar a função de operador de máquina injetora esta descrito no ANEXO D.

Foi constatado nas observações participante que a empresa apesar de possuir um supervisor e o mesmo não atuar no segundo e terceiro turno de trabalho não há quaisquer diferenças relevantes em relação ao cumprimento das metas produtivas. Isto porque em cada turno de trabalho há um trabalhador denominado de líder de produção de injetados, onde ele tem sob seu comando toda responsabilidade pelas atividades que devem ser desempenhadas pelos seus subordinados, bem como o cumprimento das ações de produção.

Cada turno de trabalho é composto pelas seguintes equipes:

a) Primeiro turno:

- 1 Supervisor de Produtos Injetados;
- 1 Líder de Produção de Injetados;
- 5 Preparadores de Máquinas Injetoras;
- 1 Operador Máquina Injetora bicolor;
- 1 Operador de Processos de Produção;
- 2 Controladores de Estoques;
- 1 Auxiliar de Almoxarifado;
- 18 Auxiliares de Produtos Injetados;

b) Segundo turno:

- 1 Líder de Produção de Injetados;
- 4 Preparadores de Máquinas Injetoras;
- 1 Operador Máquina Injetora bicolor;
- 1 Operador de Processos de Produção;
- 18 Auxiliares de Produtos Injetados;

c) Terceiro turno:

- 1 Líder de Produção de Injetados;
- 4 Preparadores de Máquinas Injetoras;
- 1 Operador de Processos de Produção;
- 17 Auxiliares de Produtos Injetados;

4.2 O CONTINGENTE DE RECURSOS HUMANOS DO DEPARTAMENTO DE INJEÇÃO

O contingente de recursos humanos do departamento de injeção é composto da seguinte forma: dos setenta e oito funcionários lotados nesse departamento, cinquenta e três exercem as atividades de Auxiliar de produtos injetados, sendo trinta e sete do sexo masculino e dezesseis feminino. Nas atividades de Preparador de máquinas injetoras treze pessoas do sexo masculino exercem este cargo. Para as atividades de Operador de máquina injetora bicolor duas pessoas exercem este cargo sendo: um homem e uma mulher. Três pessoas do sexo masculino ocupam o cargo de Operador de processos de produção. Existe um Supervisor de produção de injetados. Já o cargo de Líder de produção de injetados é exercido por três homens. Há um homem que atua no cargo de Controlador de estoques e dois que ocupam as atividades de Auxiliar de almoxarifado.

Em relação ao tempo de trabalho na empresa: trinta e duas pessoas responderam que possui de um ano até quatro anos, sendo: vinte e seis homens e seis mulheres. De cinco a nove anos trabalham: nove homens e duas mulheres. De dez a quatorze anos existem oito homens e quatro mulheres. De quinze a dezenove anos trabalham dezoito homens e quatro mulheres. Já com mais de vinte anos de trabalho somente uma mulher ocupa esta posição.

Quanto ao estado civil: trinta e duas pessoas são casadas, quarenta e cinco solteiras, uma foi classificada de acordo com a pesquisa como "outros" e não existe nenhuma na condição de viúvo.

Os índices dos níveis de escolaridade apontaram que onze funcionários possuem o ensino fundamental completo; um o ensino fundamental incompleto; trinta e sete têm o ensino médio completo, enquanto três possuem o ensino médio incompleto. Treze são qualificados com o ensino técnico completo. Na categoria de ensino superior completo quatro são os contemplados e dois informaram que possuem o ensino superior incompleto. Somente um colaborador possui curso Pós-Graduação - nível especialização (Lato Sensu). Nenhum funcionário possui curso de Mestrado ou Doutorado. A pesquisa revelou que seis pessoas não informaram seu grau de escolaridade.

A categoria investigada sobre a idade apresentou os seguintes dados: seis pessoas estão na faixa etária de dezoito a vinte e quatro anos. De vinte e cinco a vinte e nove anos, também existem seis. Já a faixa dos trinta aos trinta e quatro anos está treze funcionários. Dezenove foi o maior número de pessoas encontradas na faixa entre trinta e cinco a

trinta e nove anos. De quarenta a quarenta e quatro anos treze foram os números de respostas obtidas na pesquisa. Onze trabalhadores se encontram na faixa de quarenta e cinco a quarenta e nove anos, enquanto oito estão entre cinquenta e cinquenta e quatro anos e dois se enquadram acima de cinquenta e cinco anos.

No quesito turno de trabalho a pesquisa mostrou as seguintes informações: trinta funcionários trabalham no primeiro turno; vinte e cinco no segundo e vinte e três no terceiro. A Tabela 2 demonstra de forma resumida a distribuição do contingente de recursos humanos do departamento de injeção.

Tabela 2: Contingente de recursos humanos do departamento de injeção

CARGO PESQUISA		Auxiliar Produtos Injetados	Prepara- - -	Operador Máquina Injetora Bicolor	Operador Processos Produção	Supervi- sor Produção Injetados	Lider Produção Injetados	Controla- dor Esto- ques	Auxiliar Almoxa- rifado	TOTAL
Sexo	Masculino	37	13	1	3	1	3	1	2	61
	Feminino	16	0	1	0	0	0	0	0	17
Estado Civil	Casado	23	4	2	1	0	2	0	0	32
	Solteiro	31	7	0	2	1	1	1	2	45
	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Outros	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Esco- lari- dade	Fundamental Completo	8	1	0	0	0	0	0	2	11
	Fundamental Incompleto	1	0	0	0	0	0	0	0	1
	Médio Completo	26	7	1	2	0	0	1	0	37
	Médio Incompleto	3	0	0	0	0	0	0	0	3
	Técnico	8	4	1	0	0	0	0	0	13
	Superior Completo	1	0	0	0	0	3	0	0	4
	Superior Incompleto	2	0	0	0	0	0	0	0	2
	Pós-Graduação Especialização	0	0	0	0	1	0	0	0	1
	Mestrado	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Doutorado	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Não Informado	4	1	0	1	0	0	0	0	6
Idade	18-24 anos	5	0	0	0	0	0	0	1	6
	25-29 anos	5	0	0	0	0	0	1	0	6
	30-34 anos	9	2	0	1	0	0	0	1	13
	35-39 anos	10	6	0	1	1	1	0	0	19
	40-44 anos	7	3	1	1	0	1	0	0	13
	45-49 anos	7	2	1	0	0	1	0	0	11
	50-54 anos	8	0	0	0	0	0	0	0	8
	Mais 55 anos	2	0	0	0	0	0	0	0	2
Turno	Primeiro	18	5	1	1	1	1	1	2	30
	Segundo	18	4	1	1	0	1	0	0	25
	Terceiro	17	4	0	1	0	1	0	0	23
Tempo de em- pre- sa	Menos 1 ano	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1 a 4 anos	28	1	0	2	0	0	0	1	32
	5 a 9 anos	8	1	0	0	0	0	1	1	11
	10 a 14 anos	6	3	2	0	0	1	0	0	12
	15 a 19 anos	10	8	0	1	1	2	0	0	22
	Mais 20 anos	1	0	0	0	0	0	0	0	1

Fonte: Elaborada pelo autor (2013)

4.3 JORNADA DE TRABALHO

Os funcionários que estão lotados nas áreas/departamentos que configuram as formas de atividades administrativas cumprem uma jornada de trabalho das 07h30min às 17h30min com um intervalo de almoço de uma hora e têm folgas aos sábados e domingos.

O horário de trabalho para aqueles que exercem as atividades nos departamentos das linhas de montagens e de Injeção é compreendido por períodos de três turnos. Estes operadores têm direito a um intervalo para realizar suas refeições (almoço ou jantar) de acordo com o turno em que estiverem designados (tabela 3).

Existe um revezamento na escala de folgas para os sábados e domingos. Pelo fato das atividades de trabalho ser repetitivas nestes departamentos os operadores têm o direito de fazer um rodízio em suas tarefas.

Tabela 3: Informação dos turnos e horários da jornada de trabalho dos operadores dos departamentos de linha de montagem e de Injeção

Turno	Horário de trabalho
1º	05h50min às 14h20min
2º	14h10min às 22h37min
3º	22h27min às 06h00min

Fonte: Empresa pesquisada (2012)

Esta escala de turnos pode ser alterada para os operadores em razão das ocorrências dos fatores de imprevisibilidade de funcionamento do sistema produtivo quando são causadas interrupções por quebras de moldes, troca de matéria-prima, adulteração dos parâmetros, panes, alterações na velocidade, pressão e temperatura do processo de produção das máquinas injetoras.

4.4 DEPARTAMENTO DE INJEÇÃO

O Departamento de Injeção é composto de 28 máquinas injetoras de plásticos, as quais têm a capacidade produtiva de processar 120 toneladas mensais de plásticos para manufatura de seus produtos. A

figura 10 representa as instalações internas do ambiente de trabalho do Departamento de Injeção.

Figura 10: Instalações internas do Departamento de Injeção da empresa pesquisada



Fonte: Empresa pesquisada (2011)

Nesse contexto, o departamento de injeção de peças plásticas, aliada às exigências impostas por um mercado cada vez mais competitivo, obrigou o departamento de Engenharia de Processos a rever os métodos usados para os projetos e a fabricação de seus produtos.

Dessa forma, num de seus principais gargalos no processo de desenvolvimento de peças injetadas, foram introduzidos em suas máquinas injetoras recursos de softwares e hardwares com novas tecnologias auxiliadas por computador, conhecidas como sistemas: (*Computer Aided Engineering*) - CAE, (*Computer Aided Design*) - CAD e o (*Computer Aided Manufacturing*) - CAM. A representação de um

modelo de uma máquina injetora marca Romi 300R é ilustrado na figura 11.

Indiscutivelmente, estes métodos têm auxiliado no aprimoramento do aumento da produção e da qualidade de componentes plásticos, apesar dos OPs, às vezes, contestarem que tais métodos não constituem uma forma definitiva de resolver situações de anormalidades no sistema de injeção. Posteriormente, este aspecto será melhor elucidado.

Figura 11: Modelo de uma máquina injetora marca ROMI 300R



Fonte: Empresa pesquisada (2011)

Em razão das inovações tecnológicas concebidas pelos sistemas CAE, CAD e CAM às máquinas injetoras, estas por sua vez tornam o processo produtivo um sistema totalmente automatizado, como exemplo: os seus recursos de processamento de informações possibilitam aos operadores que os movimentos do painel sejam checados e corrigidos com tempos de varredura extremamente curtos. O CAD, por exemplo, é usado para projetar peças de plásticos que serão

transformadas em moldes para em seguida constituir o processo definitivo de produção dos componentes telefônicos. O CAM é utilizado nas programações do (Controlador Numérico Computadorizado) - CNC, o qual possibilita que os moldes das peças sejam produzidos com rapidez e precisão e, “evidentemente” com o mínimo de mão-de-obra. Há o sistema (Controlador Lógico Programável) - CLP que segundo a (Associação Brasileira de Normas Técnicas) - ABNT é um equipamento eletrônico digital com hardware e software compatíveis com aplicações industriais. Já a (*National Electrical Manufacturers Association*) - NEMA identifica-o como um aparelho eletrônico digital que utiliza uma memória programável para armazenar internamente instruções e para programar funções específicas, tais como lógica, sequenciamento, temporização, contagem e aritmética, controlando, por meio de módulos de entradas e saídas, vários tipos de máquinas ou processos. O sistema CAE é composto de diversas técnicas que podem determinar simulações de modelagem da injeção das peças, como por exemplo: previsão de contração, defeito, empenamento, parametrização dos dados na máquina, desempenho da produção, alimentação da matéria-prima, temperatura da máquina, pressão dos bicos injetores, tempo, etc.

4.5 PROCESSO DE INJEÇÃO PLÁSTICA

A denominação da palavra plástico significa capaz de ser moldado (BLASS, 1988). Os materiais plásticos são naturais ou artificiais, de origem orgânica, podem ser moldados quando submetidos a determinadas condições. Seu componente básico é a resina, que pode ser classificada em termoplástica e termorrígida.

Na moldagem das resinas termorrígidas, os componentes são misturados no molde ou na máquina e o endurecimento ocorre por meio de reações químicas, chamadas de reações de cura.

Na moldagem das resinas termoplásticas, a resina é plastificada (amolecida) no interior do cilindro pela rosca e injetada neste estado no molde. No interior do molde, ela é solidificada por meio de resfriamento e, portanto, não ocorrem reações químicas.

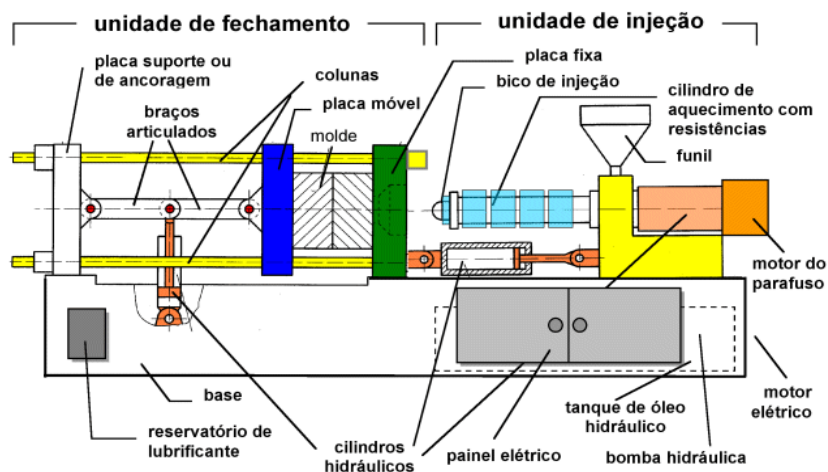
As resinas termoplásticas tornam a moldagem simples e rápida por não sofrerem reações químicas durante a moldagem. Elas são utilizadas para produção de artigos de forma geométrica variada, suprimindo, eficaz e economicamente, requisitos funcionais diversos. O método clássico de conformação das resinas termoplásticas é a chamada moldagem por injeção. Na moldagem por injeção, o material

plastificado é forçado para o interior de um molde frio, onde, então, sofre solidificação (TELLES, 2007).

A moldagem por injeção é considerada o critério mais usado, em processos empregados na transformação e fabricação de termoplásticos. Consiste em introduzir em um molde (HARADA, 2004) uma composição moldável fundida em um cilindro aquecido, por intermédio da pressão de um êmbolo.

As máquinas injetoras dispõem de uma câmara cilíndrica preliminar, aquecida, dotada de parafuso sem fim, a qual funciona como plastificador e homogeneizador da massa polimérica antes que esta seja admitida à seção, a partir da qual será transmitida aos canais de injeção do molde. A refrigeração do material é feita dentro do molde, de forma a permitir a sua solidificação e a remoção do artefato sem deformação (TINO, 2005). Um diagrama esquemático de uma máquina injetora é apresentado na figura 12, onde se destacam dois grandes componentes de unidades: fechamento e injeção.

Figura 12: Diagrama esquemático de uma máquina injetora, indicando as partes principais de sua constituição



Fonte: TINO (2005)

O processo de injeção é descontínuo, aplicável a termoplásticos, muito comum na obtenção de pequenas peças em curtos ciclos de moldagem. Na empresa pesquisada são fabricadas, por exemplo: tampa e a base de vários tipos de telefones, centrais telefônicas, câmeras de segurança, centrais de condomínios e peças de equipamentos eletrônicos.

Um dos fatores que mais incomodam no processo da moldagem por injeção é o volume de material que são descartados quando é retirada a peça produzida, sob a forma de galhos e varas por onde havia passado o plástico fundido.

Esses resíduos, quando são fragmentados em moinhos apropriados podem ser normalmente reutilizados. Essa inconveniência também poderá ser eliminada com a utilização de moldes com canal quente, os quais são empregados somente em situações especiais devido ao seu custo ser elevado.

Na realidade, (GARCIA, 2008) confirma que o processo de moldagem por injeção de termoplásticos desenvolve-se da seguinte forma:

- O material plástico, originalmente no estado sólido e normalmente sob a forma de grãos, é carregado no funil da injetora e alimentado para o interior do cilindro de plastificação onde é aquecido a fim de tornar-se fluido e homogeneizado;
- O aquecimento do material é garantido pelo calor transmitido através das paredes do cilindro por resistências elétricas e pelo calor gerado por efeito de dissipação viscosa, em resultado do esforço mecânico da rotação do parafuso;
- O fundido resultante é forçado a fluir para o interior de um molde, o qual irá preencher a respectiva cavidade e resfriar devido às trocas de calor, com as superfícies moldantes;
- O processo conclui-se com a extração do moldado, que ocorre após o período de resfriamento.

No caso da moldagem de termofixos ou de borrachas vulcanizadas o molde está a uma temperatura mais elevada que a do cilindro, para garantir a reticulação do material após a injeção. O processo utiliza dois equipamentos essenciais: a injetora e o molde. Contudo, a moldagem de qualidade pode exigir um conjunto adicional de equipamentos: dispositivos para transporte e alimentação de matéria-prima, robô/manipulador para manuseamento de moldagens ou sistemas de alimentação, esteira transportadora, moinho granular (para reciclagem integrada de desperdícios) e dispositivo para controle da temperatura do molde.

4.5.1 Moldes para injeção de termoplásticos

Segundo (GARCIA, 2008) os moldes de injeção de termoplásticos são hoje os mais utilizados no processamento de polímeros. Os primeiros moldes foram construídos, ainda no século XIX, quando os irmãos Hyatt, nos Estados Unidos, patentearam a primeira máquina de injeção para um material celulósico.

Um molde de injeção é compreendido como um conjunto de sistemas funcionais, que permitem que o espaço em que a peça vai ser moldada, definido pela cavidade, seja preenchido com o plástico fundido em condições controladas pelos outros sistemas, que garantem a qualidade dimensional e estrutural das peças produzidas.

Estes sistemas funcionais são:

- a) a estrutura que assegura a rigidez do molde;
- b) o guiamento que mantém o perfeito alinhamento da cavidade com o macho;

- c) a alimentação (bucha, canais de alimentação e pontos de injeção), que permite o percurso do fundido, desde o bico da injetora até a cavidade;
- d) o controle de temperatura que assegura que nas superfícies moldantes a temperatura seja tão uniforme quanto possível e que o resfriamento se faça de forma rápida e eficiente;
- e) a extração que faz com que as peças seja retirada do molde.

Além destes sistemas, os moldes de injeção mais elaborados, podem ser dotados de sistemas especiais que assegurem os movimentos, a monitoração de temperatura e pressão, a extração controlada com robôs ou o controle independente da temperatura no sistema de alimentação (principalmente os moldes que utilizam canais quentes). A figura 13 mostra um exemplo de molde de injeção.

Figura 13: Exemplo de Molde de Injeção



Fonte: Corazza, Máquinas, Moldes e Matrizes (2013)

Por sua vez o molde é o sistema funcional da injetora diretamente associada a um produto. Dependendo das peças a produzir, podem ser mais ou menos complicados. Os moldes utilizados podem ser agrupados em três tipos principais:

- a) Moldes convencionais ou de duas placas;
- b) Moldes de três placas;
- c) Moldes de canais quentes.

Os moldes dos dois últimos tipos são muito usados na produção de peças para embalagens, por permitirem obter uma peça já separada do sistema de alimentação.

Nos moldes convencionais e nos de três placas é necessário fazer-se a reciclagem do material do sistema de alimentação, mas, nos de canais quentes, tal operação é desnecessária devido ao sistema de alimentação permanecer sempre dentro do molde.

No sistema de alimentação são importantes: o tipo e a localização dos pontos de injeção, que são as entradas do material fundido na cavidade; o aspecto final das peças e a própria maneira como se faz a extração desta zona do sistema de alimentação.

Em peças de grandes dimensões, como caixas ou tabuleiros, é frequente fazer-se a injeção direta, fazendo da bucha a ligação do bico da injetora à cavidade. Também nas peças de grandes dimensões é frequente o preenchimento da cavidade através de vários pontos de injeção.

Os canais de alimentação devem ter preferencialmente seção circular, com diâmetro da ordem de 9 mm para os canais principais e, 6 e 7,5 mm para os secundários.

O resfriamento é assegurado, normalmente por água circulante em canais (linhas de água) distribuídos regularmente no macho e na cavidade e acompanhando, tanto quanto possível, a sua forma. Para o caso de materiais de engenharia, moldados a temperaturas mais elevadas, como o policarbonato, o fluido de resfriamento, funcionando acima de 100° C, é um óleo (GARCIA, 2008).

Para que o controle de temperatura do molde seja eficiente este fluido deve ser mantido a uma temperatura constante, usando-se, para o efeito termo-reguladores (para as temperaturas acima de 40 – 50° C) ou refrigeradores para temperaturas abaixo da ambiente.

Durante a injeção, o ar existente dentro da cavidade é deslocado pelo material plastificado. Se este ar não sair da cavidade durante a injeção, a sua compressão provocará a necessidade de maior pressão de injeção, tempo de injeção mais longo e, mesmo, carbonização do polímero por excessivo aquecimento. Por isso, os moldes deverão dispor de canais na superfície de partição para o escape do ar, geralmente colocados nas últimas zonas a serem preenchidas.

Atualmente, os moldes de injeção de termoplásticos são construídos em variados tipos de materiais desde os aços de alta liga usados em moldes para séries muito longas e mais exigentes, até aços ao carbono para peças menos críticas e séries muito curtas. Além disso, para séries protótipo ou para séries muito curtas são usadas ligas de

alumínio ou, mais recentemente, materiais não metálicos nas zonas moldantes, dando origem ao que se designa por moldes híbridos (isto é, com materiais metálicos e não metálicos). Também se começam a utilizar moldes em que os machos e cavidades são obtidos, quase diretamente, por recurso a técnicas de prototipagem rápida que fazem a sinterização de partículas metálicas.

4.5.2 Ciclo de Moldagem

A moldagem por injeção é um processo cíclico. A exigência da composição das operações necessárias no sistema produtivo de uma moldagem é denominada ciclo de moldagem.

A atitude exercida pelos gestores do departamento de injeção da empresa pesquisada é de otimizar este ciclo. Eles argumentam que é um dos fatores mais relevantes para garantir a competitividade econômica do processo, devido ao elevado investimento em capital requerido para instalação da máquina injetora, moldes, softwares, robôs (braços manipuladores) e equipamentos complementares.

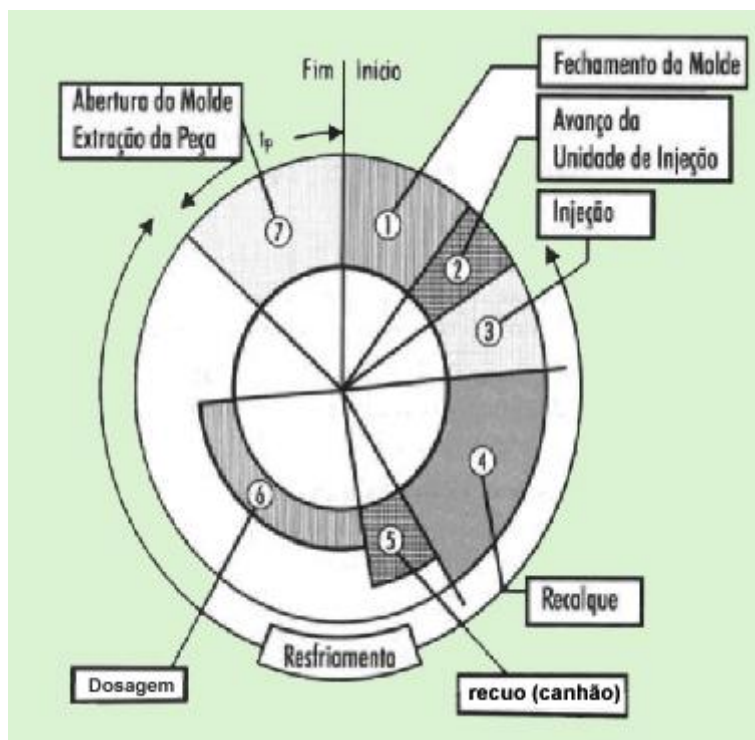
No departamento de injeção em estudo a atividade de trabalho dos operadores - OPs é produzir peças de acordo com as especificações enviadas pelo departamento de Engenharia de Processos. É exigido dos OPs o mais curto intervalo de tempo possível no procedimento do processo cíclico.

Para que tudo ocorra de forma perfeita, as condições para o processamento da injeção, tais como: pressão, temperaturas do fundido, temperaturas do molde, velocidade, contrapressão e tempo necessitam ser parametrizadas, tendo em vista os componentes da qualidade dos polímeros (seu comportamento reológico² e térmico), geometria da peça e a descrição do produto final.

As etapas que compõem o ciclo de moldagem são praticamente independentes do tipo de máquina. Contudo a sua duração pode ser muito diversa, variando de tempos inferiores a 1 segundo para peças muito finas, a dezenas de minutos para moldagens muito espessas. Seus processos poderão conter as seguintes formas de concepções:

² Reologia é a parte da física que estuda a deformação e o escoamento da matéria-prima (neste trabalho polímero é considerado matéria-prima). O comportamento reológico é caracterizado pelas reações do fluido sob uma variedade de condições, incluindo os efeitos da temperatura, pressão, tempo, qualidade da matéria-prima e taxa de deformação (MARAGHI, 1997).

- **Manual:** o ciclo de sequenciamento de operações requer o comando do acionamento da máquina pelos OPs. Neste procedimento todas as fases do processo desde a parametrização até os ajustes necessários sempre exigirá a regulação dos OPs.
 - **Semi-automático:** neste tipo de ciclo a sequência de operações é procedida de maneira automatizada. Porém, quando se inicia um novo ciclo necessita-se da confirmação dos OPs. Apesar de ser um processo automatizado ele ainda precisa que os OPs intervenham nas operações, exemplo: ajudar na retirada de uma peça ou colocar insertos (peças que se inserem em outras peças, tais como: criação de reforço, recuperação de roscas, dentre outros).
 - **Automático:** o ciclo deste processo desenvolve-se, integralmente, de acordo com uma sequência preconcebida e sem a intervenção do operador. A otimização do processo produtivo e seu fluxo contínuo, só é concretizado de forma automática. Noventa por cento das máquinas que pertencem ao departamento de injeção da empresa pesquisada possui o que há de mais recente, em termos de novas tecnologias no que diz respeito aos processos e às funções de controle das máquinas injetoras.
- Para uma melhor compreensão do comportamento do ciclo de injeção a figura 14 ilustra como é o sequenciamento de suas operações.

Figura 14: Ciclo de Injeção

Fonte: Ipiranga (1998)

Primeira Etapa – Fechamento do Molde

Esta etapa operacional corresponde ao início do ciclo, principalmente quando o funcionamento das máquinas injetoras for de concepção automática ou semi-automática.

Entretanto, cabe ressaltar a existência de limitações às velocidades adotadas para o fechamento do molde, o qual pode resultar nas seguintes situações:

- a) inércia das grandes massas metálicas dos conjuntos molde/placas da máquina;
- b) necessidade do encosto das duas partes do molde ser suave para evitar a danificação das superfícies de ajustamento;

c) eventuais movimentos internos no molde, que se desenvolvem simultaneamente com o avanço do mesmo.

O tempo para esta etapa irá depender do tipo da máquina, características do molde e da distância a percorrer do curso de abertura da máquina. O objetivo desta etapa é reduzir o intervalo de abertura entre as metades dos moldes (frente e verso da peça). Vale acrescentar que é o ajuste ao valor mínimo necessário que possibilita a futura extração da peça, em conformidade às velocidades de fechamento parametrizadas.

Segunda Etapa – Avanço da Unidade de Injeção

A etapa que trata do avanço da unidade de injeção é desenvolvida pela penetração linear do fuso que associado ao funcionamento com um pistão, conduz o material fundido (previamente depositado à sua frente) a entrar no molde e fluir no interior de sua cavidade.

Terceira Etapa - Injeção

Esta etapa denominada de injeção tem seu início após o cilindro ter encostado o bico injetor no molde (existem situações que o bico injetor pode ficar permanentemente encostado) e termina quando a cavidade é preenchida em quase 95% do respectivo volume.

A velocidade de injeção parametrizada deve corresponder a um critério existente entre rapidez (garantia do preenchimento total da impressão) e qualidade do produto final. Especialistas da área alertam que velocidades muito elevadas podem gerar marcas na superfície, efeitos de jato ou superaquecimento da matéria-prima.

É importante ressaltar que para cada tipo de moldagem sempre haverá um ajuste de velocidade otimizado, o qual deverá corresponder aos parâmetros especificados no produto final para garantir com um nível mínimo de pressão a injeção.

Quarta Etapa – Recalque

A parte operacional nesta etapa inicia-se após a verificação do preenchimento do molde e sua pressurização. Em seguida, é necessário aplicar uma pressão na cavidade com a finalidade de reduzir o efeito da contração por resfriamento e evitar o refluxo do material fundido. Entretanto, esta pressão não deve ser excessiva porque pode ocasionar danos à peça, como por exemplo, desenvolver tensões internas e dificultar a sua extração.

Esta etapa encerra com a entrada do material nas denominadas zonas moldantes que é o ponto de injeção ou na própria peça, as quais devem estar suficientemente resfriados para inibir o fluxo de material.

O ajustamento desta etapa é o fator crítico para a qualidade do processamento das operações. Tais operações estão associadas a uma mudança de regime de funcionamento do equipamento, o qual pula da etapa de controle da velocidade de injeção (fase dinâmica), para a etapa de controle da pressão (fase estática). Esta etapa, também pode ser denominada segunda pressão ou pós-pressão.

Quinta Etapa – Recuo (canhão)

Assim que acontece a solidificação da entrada, a tendência do parafuso que plastifica é começar a girar iniciando a plastificação de material para o ciclo seguinte. Durante este processo, o parafuso é obrigado a recuar por causa do efeito da pressão criada pelo material que vem sendo operacionalizado à sua frente. O moldado continua a resfriar no molde.

Sexta Etapa - Dosagem

A operação da etapa da dosagem é caracterizada quando o volume parametrizado contiver a dosagem exata, o parafuso pára. Por conseguinte, segue-se o seu recuo linear no sentido de aliviar a pressão sobre o material fundido e evitar que este escorra pelo bico (no caso de ser um bico aberto). Esta etapa também pode ser denominada de descompressão.

Entre a quinta e a sexta etapa existe a parte operacional chamada de **resfriamento**. Tem seu início com as operações de plastificação de material e termina quando a peça atinge uma temperatura que permite sua desmoldagem sem distorção. Esta parte do ciclo é uma operação de troca de calor transportado pelo material, dependendo, sobretudo, da espessura do moldado e do projeto do molde.

As parametrizações realizadas para velocidades de resfriamento baixas permitem a redução de tensões internas criadas pelo resfriamento, mas por outro lado pode comprometer a realização de aumentos significativos do tempo de ciclo de injeção.

Sétima Etapa – Abertura do Molde (Extração da Peça)

Esta é a última etapa do ciclo de moldagem. Caracteriza-se quando o molde é aberto para que a peça produzida possa ser extraída. A garantia otimizada da extração do produto final está associada ao tempo de realização desta operação, a qual irá depender das especificações que constitui a unidade de fechamento da máquina utilizada, do curso de abertura do molde e dos movimentos necessários ao processo.

Nesta operação encontra-se cada vez mais a frequência do uso de dispositivos auxiliares, como por exemplo: robôs ou braços

manipuladores automatizados para aumentar os índices do processo produtivo.

4.6 FATORES DE INFLUÊNCIAS NO PROCESSO PRODUTIVO DE PEÇAS INJETADAS

Para que o processo produtivo de moldagem por injeção atinja índices de perfeita qualidade, existem fatores de influências que estão diretamente ligados a duas formas técnicas consideradas importantes: a) concepção do projeto (basicamente quando se constrói o molde); b) construção do processo de fabricação, o qual irá depender: da escolha da máquina injetora, do projeto do produto a ser manufaturado, dos softwares, da instrumentação, do funcionamento dos controles, do tipo de matéria-prima (formato do polímero e sua distribuição de peso molecular) e das habilidades dos OPs para controlar o processo.

Na concepção do projeto (construção do molde) existe uma demanda de complexidade nos cálculos relativos ao comportamento do plástico, durante o processo de fabricação.

Também, podem ocorrer distorções no aspecto que garante a repetição exata do produto final em relação às medidas especificadas no projeto, isto, devido ao uso que provoca o desgaste das ferramentas de modelagem e das partes mecânicas das máquinas injetoras.

Na sequência do processo produtivo as parametrizações dos procedimentos de injeção especificadas no projeto podem sofrer variabilidade, tanto em relação às características da qualidade dos polímeros a serem injetados, quanto às desregulagens das condições de controle de temperaturas, pressões, velocidades, tempos, e todos os outros parâmetros de controle. Esta variabilidade, às vezes ocorre de forma imprevisível. Quando ela acontece quem a retorna à sua normalidade e mantém o ritmo produtivo são, os OPs por intermédio de suas habilidades e conhecimento. As habilidades incorporadas ao conhecimento adquirido ao longo da trajetória de sua vida profissional, os OPs formam a competência. Na empresa investigada o OP da máquina injetora é conhecido internamente por “guarda-pó verde”. É identificado pela cor verde do guarda-pó como o expert no comando da máquina injetora. A figura 15 ilustra o OP parametrizando a máquina injetora.

Figura 15: Operador parametrizando a máquina injetora



Fonte: Empresa pesquisada (2012)

Torna-se importante lembrar que determinados tipos de polímeros podem, por exemplo: absorver umidade da atmosfera e, dependendo do tipo de resina, as quantidades absorvidas podem ser maiores ou menores.

A presença de umidade nos grânulos, mesmo que seja apenas vapor d'água condensado sobre a superfície, pode causar sérios problemas em peças moldadas com polímeros.

Em decorrências de umidade efeitos indesejáveis podem acontecer, disfuncionamentos de processo produtivo, defeitos visuais ou redução nas propriedades mecânicas das peças injetadas. Há situações em que é possível sentir a presença de umidade no produto final, somente com uma inspeção visual.

Neste contexto, essas anormalidades de umidade nos polímeros obrigam os OPs, frequentemente, a realizarem primeiro os testes de molde, para que existindo correções, as mesmas possam ser procedidas. Após os testes iniciais, os lotes produzidos deverão ser remetidos para confirmação das especificações determinadas pelos conceptores do

projeto. Caso tenha ocorrido divergência nas especificações, então serão efetuadas as devidas alterações.

Isto acontece também quando se inicia um novo processo, com um novo molde. Outro tipo de problema que provoca o disfuncionamento no processo produtivo ocorre quando há mudança do molde de uma máquina para outra, ou quando há troca de matéria-prima (polímeros) na injeção.

A realização do teste de molde deve ser realizada com critério, seguindo uma sequência de ações que permitam obter o máximo de aproximação com os requisitos projetados.

Na empresa pesquisada os OPs realizam uma checagem técnica no processo produtivo a cada duas horas de trabalho, com o intuito de prever possíveis problemas. Esta checagem técnica descreve os principais defeitos encontrados em peças injetadas, proporcionando as possíveis ações que devem ser tomadas para reduzir ou eliminar tais defeitos, que podem ter origem no projeto, no processo, ou em ambos.

A checagem técnica deve acompanhar todos os testes até a aprovação do produto final, por exemplo: se durante uma checagem a peça produzida apresentar um defeito de contração, os OPS da máquina injetora, normalmente seguem a seguinte sequência corretiva:

- 1) realiza a secagem da matéria-prima (polímeros);
- 2) reduz a temperatura do cilindro;
- 3) reduz ou aumenta a velocidade de injeção;
- 4) reduz ou aumenta velocidade da rosca;
- 5) limpa as saídas de gases; e
- 6) verifica a contaminação de material.

Nas observações e entrevistas realizadas com os OPs do departamento de injetora da empresa pesquisada, foi detectado junto aos seus postos de trabalho que eles frequentemente reclamam de disfuncionamentos no processo produtivo. Citaram como exemplo: matéria-prima, condições de moldagem, bem como a própria máquina injetora que às vezes, não é adequada para o tipo de produção para a qual foi designada ou dos parâmetros do projeto da peça que não estão na padronização apropriada do molde.

Se o trinômio máquina injetora, molde e matéria-prima não estiverem bem sincronizado no processo produtivo poderá causar efeitos perturbadores, principalmente quando as cavidades do molde não são preenchidas em sua totalidade. Segundo os OPs esses distúrbios podem ser ocasionados por:

1) Máquina injetora

Pressão de injeção baixa, temperatura de massa do material demasiadamente baixa, alimentação insuficiente e tempo do ciclo de injeção.

2) Molde

Temperatura muito baixa, entradas e canais muito pequenos, ventilação inadequada, dentre outras.

3) Matéria-prima

A viscosidade da matéria-prima está elevada, os grânulos dos polímeros no cone estão demasiado úmidos ou não estão no formato padronizado.

Dessa forma, cabe ao Departamento de Engenharia de Processos da empresa pesquisada gerir informações e softwares que possam contribuir para garantir a eficiência do processo de injeção. Neste aspecto, o objeto da criação dessas informações, deve ser para minimizar os distúrbios acima mencionados, tendo em vista, facilitar a normalidade do funcionamento das máquinas injetoras e, em decorrência ajudar o operador na sua atividade de trabalho.

Quando da criação de sistema de gestão das informações e dos softwares, verifica-se que aspectos relacionados às capacidades dos equipamentos e a possibilidade de posterior expansão dos volumes de produção, são preocupações relevantes dos projetistas. Esses softwares quando são desenvolvidos acabam substituindo apenas algumas atitudes de rotinas. As atitudes são transportadas dos trabalhadores aos responsáveis pela construção dos automatismos. E, por mais completo que seja o instrumento informatizado ou por mais parecido que ele seja, com as tarefas do processo, certamente, prevalecerão o *saber cognitivo* dos trabalhadores para controlar o funcionamento correto do sistema.

4.6.1 A variabilidade da máquina injetora de termoplástico

Os imprevistos que surgem nas atividades de trabalho dos OPs perante o sistema operacional de injeção de termoplásticos podem ser decorrentes de variáveis, tais como: temperatura pressão, tempos, tipo de injetora, funcionamento dos controles, instrumentação da injetora, tipo de polímero processado, capacidade de atenção do operador e as suas habilidades, projeto da peça, sua geometria e o projeto de construção do molde.

Aponta MARAGHI (1997) que dentre essas variáveis, a temperatura, a pressão, os tempos e as velocidades podem ser

manipuladas e controladas durante o processo de injeção e se configuram como variáveis determinantes no processo.

Serão apresentadas, a seguir, as principais variabilidades que justificam a necessidade de intervenções dos OPs para regular os fatores que influenciam no funcionamento das máquinas injetoras.

4.6.1.1 A variabilidade da temperatura no processo de injeção

As temperaturas no processo de injeção devem ser ajustadas para garantir boa qualidade das peças e que estas atendam as especificações. Os fatores que influenciam a temperatura podem ser advindos da estrutura do maquinário ou dos parâmetros inseridos na máquina injetora. Entre os elementos estruturais estão: geometria da rosca, bico de injeção, canais de distribuição, pontos de injeção, acabamento superficial e sistema de remoção de ar do molde.

O produto fundido pode sofrer variabilidade na qualidade e na produtividade, o qual repercutirá no acabamento das peças devido aos índices térmicos de temperatura durante o ciclo produtivo.

Existem duas características importantes que afetam a variabilidade do comportamento térmico da temperatura: as altas e as baixas temperaturas.

As altas temperaturas podem ocasionar os seguintes efeitos negativos tanto no material fundido quanto na superfície do molde:

- a) Degradação térmica afeta as propriedades do produto final. Este quando submetido às temperaturas excessivas, o polímero pode sofrer queima ou degradação térmica provocando a quebra das cadeias moleculares e consequentemente deturpa suas propriedades óticas e mecânicas;
- b) Rebarbas: as temperaturas excessivas do canhão e do molde causam rebarbas na linha de separação do molde devido à redução drástica da viscosidade do material;
- c) Compactação excessiva: a redução da viscosidade pode ocasionar a compactação excessiva na peça, aumentando assim o seu peso e suas dimensões;
- d) Extração deficiente: devido à maior compactação e a possível presença de rebarbas, a peça se prende mais firmemente no molde. Isso dificulta sua extração e pode ocasionar marcas provocadas pelos extratores, empenamento e tensão excessiva nas peças;
- e) Variação na contração: em caso de utilização de altas temperaturas, fica difícil controlar a taxa de resfriamento da

peça, o que pode resultar em uma contração excessiva, e as peças não se conformarão com as dimensões especificadas;

f) Ciclos mais longos: quanto maior a temperatura do material e do molde, maior será o tempo requerido para resfriamento da peça;

g) Chupagem: as altas temperaturas causam um atraso na solidificação do núcleo de seções grossas. Isso provoca o resfriamento na ausência de pressão de recalque gerando, portanto, marcas de chupagem ou vazios nas peças;

h) Retenção de ar: se a viscosidade do material é muito baixa e a velocidade de injeção é muito alta, as aberturas de ar podem ser bloqueadas pelo material, antes que o ar possa escapar do molde, podendo ocasionar assim bolhas nas peças.

Buscar a normalidade regulando essas temperaturas no processo produtivo do produto fundido com qualidade e produtividade para o acabamento especificado das peças é tarefa dos OPs de máquinas injetoras. Conforme citado anteriormente um dos efeitos negativos é quando a temperatura foge dos padrões programados e se torna alta provocando a chupagem, ou seja, pontos defeituosos na peça. O exemplo a seguir da figura 16 mostra o tipo de uma chupagem ocasionada pelos efeitos de uma temperatura elevada no acabamento final de uma peça de telefone.

Figura 16: Efeito de temperatura alta no acabamento final de uma peça de telefone



Fonte: Departamento de Injeção da empresa pesquisada (2012)

Outra variabilidade do comportamento térmico de temperatura no funcionamento das máquinas injetoras de termoplásticos são as temperaturas baixas. Elas podem também gerar os seguintes distúrbios tanto no material fundido quanto na superfície do molde:

- a) Peças incompletas: podem ser produzidas devido à solidificação prematura do material fundido no molde;
- b) Linhas de fluxo: geralmente também são produzidas devido ao resfriamento prematuro do material da superfície interna do molde;
- c) Acabamento superficial ruim: se o conteúdo de calor do material fundido é baixo, a massa do material começa a solidificar-se antes que possa reproduzir o acabamento normal na superfície das cavidades;
- d) Linhas de solda fracas: ocorre quando dois ou mais fluxos de material derretido se encontram dentro do molde e não se fundem corretamente devido a baixa temperatura do material ou do molde;
- e) Cristalinidade incompleta: no caso de polímeros cristalinos, se o material fundido estiver frio demais, acaba não se cristalizando completamente o que pode causar problemas de

contração, pós-contração e empenamento, além de serem prejudicadas várias propriedades físicas e mecânicas;

f) Tensões residuais: baixas temperaturas do material fundido o resfriamento ocorre muito rapidamente e a peça acaba não passando por uma relaxação das moléculas e, com isso, as tensões devidas à orientação molecular ficam retidas. Além disso, com baixas temperaturas a viscosidade é maior e demanda uma pressão de injeção muito elevada que se traduz em altas tensões residuais;

g) Desgaste da injetora e do molde: com a alta viscosidade, os parâmetros de pressão e velocidade são maiores, ocasiona um desgaste desnecessário na máquina injetora e no molde de injeção;

h) Peças não-compactadas: baixas temperaturas do material reduzem a compactação no molde resultando em instabilidade dimensional e propriedades mecânicas inferiores.

Um dos distúrbios quando a temperatura escapa dos parâmetros e se torna baixa ocasiona um acabamento superficial ruim na peça. Quando isto ocorre é sinal que massa do material injetado começou a solidificar-se antes que possa ser reproduzido o acabamento normal na superfície das cavidades do molde. A figura 17 mostra o tipo de acabamento superficial ruim ocasionado pelos efeitos de uma temperatura baixa no acabamento final de uma peça de telefone.

Figura 17: Efeito de temperatura baixa no acabamento final de uma peça de telefone



Fonte: Departamento de Injeção da empresa pesquisada (2012)

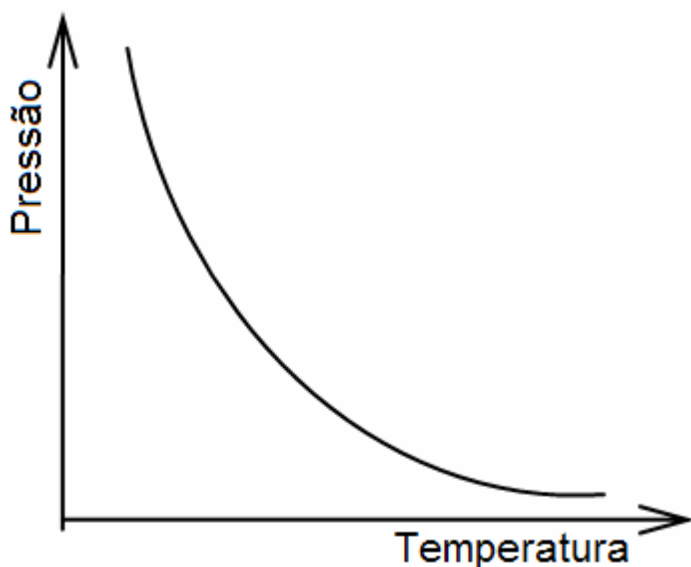
4.6.1.2 A variabilidade da temperatura do polímero

Na atividade real de trabalho a temperatura do polímero é ajustada mediante resistências elétricas distribuídas ao longo do cilindro de injeção. Os sensores de temperatura encontram-se geralmente nestas resistências e são usados, portanto, para o controle de temperatura do cilindro. O polímero ganha temperatura por condução e por aquecimento devido ao atrito gerado pela rosca em rotação. Como existem dois mecanismos responsáveis pelo aquecimento do polímero e na maioria das máquinas de produção encontradas na indústria de transformação não existem sensores para medida direta da temperatura do polímero, faz-se normalmente uma estimativa da temperatura da resina.

Quando há o aumento da temperatura de injeção, a pressão necessária para o preenchimento da cavidade através do polímero diminui rapidamente, pois a viscosidade do material é menor. As altas temperaturas e as menores variações de pressão são associadas às

mesmas variações de temperatura, pois existe uma temperatura em que o material atinge uma viscosidade mínima. Neste ponto o material está próximo da degradação. Os níveis de tensão (devido à diminuição da viscosidade) também diminuem com o aumento de temperatura do polímero fundido, consequentemente ele é induzido a um menor desenvolvimento produtivo. A figura 18 ilustra este efeito com uma curva temperatura *versus* pressão.

Figura 18: Efeito da temperatura de injeção *versus* pressão



Fonte: Elaborada pelo autor (2013)

4.6.1.3 A variabilidade da temperatura do molde

O aumento na temperatura do molde tem efeitos similares, porém mais suaves que os da temperatura de injeção. O efeito no tempo de resfriamento, contudo, é mais acentuado quando aplicada a mesma variação. O maior benefício encontrado aumentando-se a temperatura do molde, é que menores taxas de injeção podem ser aplicadas sem que o material resfrie demais e solidifique antes que o molde seja preenchido. Contudo, não se tem publicado muitos dados a respeito dessa

dependência, talvez por a temperatura do molde for considerado uma variável de segunda ordem (BRITO et al., 2004).

4.6.1.4 A variabilidade do tempo

O efeito do tempo de preenchimento da peça gera efeitos antagônicos na pressão de injeção. Quando submetido a altas vazões, o polímero apresenta altas tensões de cisalhamento e a pressão requerida para preencher a cavidade, devido a esse fator, torna-se maior. Porém, a taxa de cisalhamento também é aumentada e com isso, o aquecimento viscoso, devido ao atrito entre as moléculas, também é maior. Com o aumento da temperatura interna do polímero sua viscosidade diminui. Essa situação faz reduzir a resistência do material e, consequentemente a pressão requerida. No caso de tempos maiores de preenchimento, a baixa vazão na entrada requer uma menor pressão, porém há mais tempo para troca de calor entre o polímero e o molde e com o resfriamento há o aumento da viscosidade. Além do aumento de viscosidade, a camada congelada se torna mais espessa obstruindo o fluxo e exigindo mais pressão para o preenchimento total da peça. O tempo de preenchimento que resulta numa menor pressão de injeção, portanto, é resultante da quantificação destes fenômenos.

Dessa forma, o tempo de injeção deverá ser o menor possível para a formação do injetado. Entretanto, o tempo de recalque aconselha-se ser o suficiente para manter a peça sobre pressão até a solidificação do ponto de injeção.

Já o tempo de resfriamento depende de outros fatores, entre eles, destacam-se: a espessura da parede do molde, temperatura de extração da peça, temperatura da parede da cavidade no molde e da temperatura do material fundido.

CRUZ (2002) alerta que se deve verificar a espessura da parede da peça ainda na fase de projeto e construção do molde evitando a formação de paredes espessas, o que dificultará o resfriamento da peça. As temperaturas do material fundido, do molde e da extração da peça são determinadas pelo fabricante e devem ser cumpridos visto que inúmeros testes foram realizados para obtenção desses valores e estes proporcionam as melhores características do material moldado.

4.6.1.5 A variabilidade das pressões

Afirma MARAGHI (1997) assim como as temperaturas, as pressões também exercem influências na composição final das peças,

sobretudo nas questões que se referem à qualidade e produtividade. Dentre as principais situações provocadas pelas altas e baixas pressões estão as justificativas a seguir.

A pressão de injeção por transferência é a força que expelle o material para fora do canhão e o injeta através do bico de injeção para o interior do molde, criando uma pressão nas cavidades, tão logo elas estejam preenchidas com o polímero. Se esta pressão for alta demais, a peça será compactada em excesso, podendo também ocorrer formação de rebarbas na linha de separação do molde e um alto nível de tensões residuais pode permanecer na peça moldada, devido à pressão excessiva. Por outro lado, baixas pressões podem causar o enchimento incompleto do molde e assim o acabamento superficial da peça não irá refletir adequadamente a superfície do molde. Além disso, uma baixa pressão não permite a fusão completa de duas frentes de material fundido que venham a se encontrar.

- a) A pressão de recalque deverá ser menor que a de transferência, sendo aplicada até que o ponto de injeção se solidifique, a fim de evitar que o material retorne para fora da cavidade e ajude a compensar a contração da peça durante o resfriamento, introduzindo uma quantidade extra de material proveniente da região final do cilindro da injetora para as peças contraídas, o que mantém as dimensões e o peso das peças conforme os parâmetros estipulados. Se a pressão de recalque for alta demais, podem resultar em peças altamente tensionadas e acontecer variabilidades na contração. Se for baixa demais, ocorrerá retro-descarga do material para os canais de alimentação, assim como vazios na peça moldada. A aplicação da pressão de recalque deve ocorrer durante o resfriamento do material fundido, enquanto os pontos de injeção estiverem ainda derretidos, porém não solidificados. Se for removida antes que os pontos de injeção se solidifiquem ocorrerão os mesmos problemas que se não for aplicada, o que fará com que as tolerâncias dimensionais não sejam, necessariamente, atingidas, e se é removida depois é um desperdício de energia e tempo no ciclo de produção.
- b) A pressão de fechamento é a pressão exercida na placa móvel para manter o molde fechado durante a aplicação da pressão de injeção. A força de fechamento deve ser maior do que a força causada pela pressão de injeção, caso contrário o molde se abrirá. Altas pressões de fechamento podem ser um risco para as colunas da máquina e podem achatam e bloquear os canais

para remoção de ar do molde. Baixas pressões de fechamento podem causar rebarbas na peça na linha de separação do molde e compactação excessiva do material do molde.

- c) A pressão de extração é a pressão na peça que está sendo extraída devido ao grau variável de força usado quando os extratores são empurrados. Se a força de extração for além do necessário, os pinos extratores deixarão uma marca indesejável nas peças e, podem, em alguns casos perfurá-las, originando buracos.

Quando os índices da pressão forem altos, a peça no ciclo produtivo tende a ser solidificada em excesso, podendo ocorrer formação de rebarbas na linha de separação do molde e um elevado nível de deformações residuais que podem permanecer na peça moldada, devido à pressão excessiva. A figura 19 ilustra defeitos de uma peça moldada ocasionados pelos efeitos de uma pressão alta no acabamento final de uma peça de telefone.

Figura 19: Efeito de pressão alta no acabamento final de uma peça de telefone



Fonte: Departamento de Injeção da empresa pesquisada (2012)

4.6.1.6 A variabilidade da velocidade

No que tange a questão da variabilidade da velocidade, deve-se tomar cuidado com os parâmetros de velocidade de abertura,

fechamento do molde e da extração para não comprometer as características estruturais do molde, bem com na rotação da rosca para não haver cisalhamento excessivo e degradação térmica do material. As velocidades de injeção também devem ser moderadas para não haver degradação térmica, cisalhamento excessivo e desgaste no maquinário. Para não acontecer variabilidade no ciclo de produção a velocidade deve ser suficiente para preencher as cavidades do molde antes do material iniciar a solidificação, evitando assim, o aparecimento de marcas de fluxo, linha de solda e acabamento superficial ruim.

Velocidades altas e baixas podem comprometer tanto a qualidade como a produtividade. Uma alta velocidade de injeção, por exemplo, pode criar uma taxa de deformação excessiva, causando degradação térmica, viscosidade muito baixa no material e fratura do material no ponto de injeção. Por outro lado, uma baixa velocidade provoca uma solidificação do material fundido antes que as cavidades estejam completamente cheias, formando peças incompletas. Isto pode causar linhas de solda deficientes, linhas de fluxo e um péssimo acabamento na peça, correndo-se o risco do ponto de injeção se solidificar antes da compactação da peça e da aplicação da pressão de recalque.

Apresenta-se na figura 20 a ilustração de uma peça defeituosa devido ao uso de uma elevada velocidade na máquina de injeção.

Figura 20: Efeito do uso de alta velocidade na máquina de injeção no acabamento final de uma peça de telefone



Fonte: Departamento de Injeção da empresa pesquisada (2012)

4.6.1.7 A variabilidade dos parâmetros

As temperaturas no processo de injeção devem ser ajustadas para garantir boa qualidade das peças e que estas atendam as especificações. Entre os parâmetros estão as temperaturas indicadas para cada zona de aquecimento, a contra-pressão, a rotação da rosca, velocidade de injeção e tempo de residência do material fundido no canhão.

Nas situações de trabalho com temperaturas baixas quando ela foge dos parâmetros estabelecidos o acabamento superficial torna-se ruim devido ao fato de que, se a ação térmica de calor do material fundido for baixa, a massa de material a ser fundido começa a se solidificar antes que possa reproduzir o acabamento superficial das cavidades do molde.

Reforça MARAGHI (1997) que as pressões podem ser parametrizadas na máquina injetora, porém, sofrem influência de vários fatores como, por exemplo, a configuração da peça, a construção do molde, propriedades reológicas da matéria-prima e desgastes da injetora.

Entre os principais ajustes nos parâmetros estão também os fatores relacionados à velocidade e ao tempo, tais como: velocidade de injeção, velocidade de rotação da rosca (rpm), tempo de injeção, tempo de recalque, tempo de resfriamento e tempo de abertura e fechamento do molde. Os ajustes de tempo devem ser feitos a partir dos menores valores possíveis objetivando o aumento da produtividade, porém, deve-se tomar cuidado para não comprometer as características da peça e da máquina injetora.

Os ajustes errôneos dos parâmetros, durante o processo de regulação da máquina de injeção plástica geram invariavelmente perdas de qualidade, que são caracterizadas pela quantidade de peças defeituosas ou rejeitadas. Essas situações ocasionam variabilidades no sistema. Essas variabilidades exigem intervenções dos OPs regulações para que o fluxo produtivo retorne a sua normalidade. O quadro 2 apresenta alguns dos principais tipos de falhas observadas pelo pesquisador.

Quadro 2: Principais tipos de falhas durante o processo de regulação da máquina injetora observadas pelo pesquisador

ITEM	TIPOS DE FALHAS	CARACTERÍSTICAS OBSERVADAS
1	Bolhas	Existe na peça bolhas de ar presa no plástico.
2	Chupagem	A peça possui uma deformação devida à falta de matéria prima em uma determinada região.
3	Empenamento	A peça empena ao ser retirada ainda quente do molde.
4	Falha de injeção	A cavidade do molde não é preenchida com a quantidade de matéria prima mínima para compor a peça.
5	Mancha	Quando na peça existe mancha de óleo, água ou alguma impureza do molde.
6	Rebarba	A peça possui sobras excessivas de plásticos nas bordas.
7	Marcas de extrator ou riscos	Existem marcas do extrator do molde ou riscos na peça.
8	Furos tampados	Ocorrem pequenos furos nas peças quando são obstruídos com matéria-prima devido à pressão de injeção ou a fluidez do material não estarem de acordo com o especificado.
9	Junção	Acontecem dentro do molde quando há obstáculos para o preenchimento e volumes de plástico com diferentes temperaturas se encontram dentro da cavidade de injeção.
10	Ondulações	A cavidade não está completamente preenchida a superfície da peça apresenta ondulações.
11	Excesso de solda	Quando o excesso de matéria-prima se aloja em um canto da peça.
12	Queimada	Existe fuligem na peça devido à queima da matéria prima.
13	Deformada	A peça é retirada quente do molde, ocorrendo sua deformação no processo de extração.
14	Trincas	Quando ocorre queima da matéria-prima aparece pequenas rachaduras na peça.

Fonte: Elaborado pelo autor (2013)

Na seção seguinte, enfatizaremos as ações dos operadores para regular o sistema de produção de máquinas injetoras de termoplásticos

4.7 AS AÇÕES DOS OPERADORES PARA REGULAR O SISTEMA DE PRODUÇÃO DE MÁQUINAS INJETORAS DE TERMOPLÁSTICOS

Esta seção tem por finalidade analisar como o OP controla o sistema produtivo de máquinas injetoras de termoplásticos. Duas condições técnicas devem ser consideradas no ciclo produtivo: a) concepção do projeto do molde; b) construção do processo de fabricação, as quais irão depender da escolha da máquina injetora, do projeto do produto a ser manufaturado, dos softwares, da instrumentação, do funcionamento dos controles, tipo de matéria-prima (características técnicas do polímero e sua distribuição de peso molecular) e da competência dos OPs para regular o processo.

Na concepção do projeto (construção do molde) existe uma demanda de complexidade nos cálculos relativos ao comportamento do polímero durante o sistema de fabricação.

Podem ocorrer distorções no aspecto que irá garantir a repetição exata da produção final de uma determinada peça em relação às medidas especificadas no projeto, isto, devido ao uso rotineiro que provoca o desgaste das ferramentas de modelagem e das partes mecânicas das máquinas injetoras.

Na sequência do processo produtivo as parametrizações dos procedimentos de injeção especificadas no projeto podem sofrer variabilidade, tanto em relação às características da qualidade dos polímeros a serem injetados, quanto às desregulagens das condições de controle de temperaturas, pressões, velocidades, tempos, e todos os outros parâmetros de controle.

Esta variabilidade, às vezes ocorre de forma imprevisível. Quando ela acontece quem a retorna à sua normalidade e mantém o ritmo produtivo são os OPs por intermédio de suas habilidades e conhecimento que:

são projetados no domínio cognitivo de atuação, no qual há processos abstratos de escolha, julgamento, modificação numa dada variável de um processo contínuo de produção, rejeição de peças, separação, diferenciação e outros atos de abstração

importantes para a manutenção da produção em seus parâmetros de normalidade (BOUYER, p.66-67, 2008).

A intenção é analisar por que são necessárias as intervenções do OP e como elas são projetadas no domínio cognitivo de atuação, no sentido de garantir a produção estável, principalmente quando ocorrem as variações já citadas nesta seção. Nessas situações, como o OP consegue controlar o sistema produtivo?

Nas páginas seguintes é demonstrado como o OP, assegura a estabilidade da produção, operando o processo produtivo da fabricação de uma peça de telefone controlando a variabilidade do polímero.

4.7.1 As ações dos operadores para regular a injeção do polímero na máquina injetora

Para que o processo produtivo de moldagem por injeção atinja índices ótimos de perfeita qualidade existem fatores de influências que estão diretamente ligados ao tipo de polímero utilizado na produção das peças de telefones.

Dessa forma, para manter o sistema produtivo estabilizado conforme os parâmetros e as normas especificadas pela empresa, o OP atua no processo, regulando, dentre outras variáveis, as quantidades de entradas de polímero para a máquina injetora.

A maioria dos polímeros utilizados nas máquinas injetoras da empresa pesquisada requer que o nível de umidade nos grânulos seja inferior a um determinado nível para poderem ser processados. A necessidade de secagem depende principalmente de quão sensíveis à água são essas matérias-primas.

Naturalmente, o conteúdo de umidade do material quando adquirido do fornecedor, o tipo de embalagem e o período de estocagem na empresa que o adquiriu sofrem influências importantes quando do seu uso na produção. Os polímeros, por exemplo, geralmente são embalados em sacos com uma camada de alumínio, de modo que possam ser usados diretamente da embalagem. Entretanto, alguns OPs preferem secá-los antes da injeção, mesmo que isto não seja necessário, para assegurar que a resistência ao impacto das peças moldadas não sejam afetadas.

Os OPs devem ter cuidados especiais no manuseio de embalagens abertas, no transporte, com sistemas de alimentação automáticos, assim

como, com relação ao tempo de residência no funil alimentador (entrada do polímero na máquina injetora).

O polímero, por exemplo, pode, em circunstâncias climáticas desfavoráveis (caso de condições meteorológicas baixas no estado de Santa Catarina, notadamente nos períodos dos meses de maio a setembro) absorver umidade suficiente para ultrapassar o nível máximo aceitável para moldagem na máquina injetora, que é de cerca de 0,02%, em aproximadamente 10 minutos. Às vezes, a secagem de material moído (material reaproveitado de peças defeituosas) e de grânulos saturados (exemplo, no caso de embalagens que foram deixadas abertas) requer tratamento especial.

Um dos fatores que mais provoca variabilidade no sistema produtivo de moldagem por injeção é o polímero. Qualquer variabilidade nas condições da qualidade e da quantidade de entradas do polímero no processo de produção pode ocasionar perturbações nas diversas etapas da cadeia produtiva de peças de telefones.

Quando se observa que a variabilidade do polímero influencia na estabilidade do processo de produção, constata-se que:

as múltiplas variáveis em interação, os disfuncionamentos do processo, os eventos não previstos ou aleatoriedades, os riscos elevados em alguns casos e, ainda, a dinâmica temporal e os objetivos pouco claros e, às vezes, conflituosos estão na origem da complexidade da atividade de operação nesses sistemas de trabalho
DUARTE (1994, p.25).

O polímero, fora dos padrões de moldagem, implica desestabilidade na máquina injetora, ocasionando múltiplas variáveis no sistema interativo da produção comprometendo, não somente, a qualidade e a produtividade final da peça, bem como das máquinas e dos equipamentos. Por exemplo: os polímeros muito úmidos quando injetados na máquina injetora, podem afetar a compactação da peça no molde. Diante de situações como essa, um OP verbalizou:

"hoje vai ser difícil de controlar a produção. Está fazendo muito frio esses dias. Não precisa nem te falar, né! O polímero está chegando aqui no funil alimentador da

máquina injetora muito úmido. Controlar a produção vai ser um Deus nos acuda" (Operador de máquina injetora).

Nesse contexto, a matéria-prima (polímero) se transforma em fatores intransigentes que atingem as condições normais da produção tornando mais complexo o trabalho do OP para controlar o ciclo de produção.

Segundo o OP, se os polímeros são introduzidos na máquina injetora fora das condições normais, certamente *vai ser difícil de controlar a produção*. Isto indica a possibilidade de ocorrer distúrbios no sistema em razão da variabilidade do polímero que, por decorrência, também repercutirá na desregulação dos instrumentos automatizados aumentando as suas ações de trabalho. A entrada do polímero fora das condições normais para alimentação da máquina injetora acarreta as seguintes consequências para o sistema: risco de redução ou aumento da temperatura do molde, aumento ou redução na temperatura da pressão, divergências dos tempos programados, desgastes na instrumentação, oscilação no funcionamento dos controles, e consequentemente, aumento da capacidade de atenção do operador e das suas habilidades.

Para sanar essas dificuldades, serão exigidas mais atenção e intervenções do OP no sistema, para que a estabilidade do processo de produção seja reestabelecida. Assim, "o papel do operador é o de controlador e redutor dessa variabilidade, o que pode ser evidenciado através da observação da atividade de regulação do processo diante dos disfuncionamentos e aleatoriedades do processo" DUARTE (1994, p.26).

A fim de elucidar como o OP age por meio de seu conhecimento prático para controlar a injeção do polímero na máquina injetora fizemos-lhe as seguintes perguntas que se encontram transcritas no quadro 3, em que o OP discorre sobre o controle da injeção do polímero na máquina injetora:

Quadro 3: Extrato de entrevista sobre o controle da injeção do polímero na máquina injetora

P: Como você controla as entradas de polímeros na máquina injetora?

OP: "Hoje nós estamos trabalhando com a produção de telefones do tipo TS 060. Eu programei todas as funções na tela principal do sistema de produção. Alguns valores estão aqui, ó [me mostrando no painel da máquina], trinta e cinco segundos para o tempo de ciclo da máquina no molde, vinte e sete segundos para o tempo e ciclo de injeção e dosamento e três minutos e vinte segundos para extração da peça. Tá vendo esta peça que foi terminada. Dá pra você vê o defeito dela a olho nu. Olha como está cheia de rebarba e estufou aqui embaixo. Ele, às vezes, dá muita dor de cabeça [referindo-se a entrada de polímero na alimentação da máquina injetora], porque ou ele está úmido ou fora das especificações e o sistema automatizado não me ajuda nisso. Por isso, é que eu tenho que *fazer sempre esta verificação* pra injetar ou parar a produção se caso for necessário. Eu tenho que ficar vigiando ele aqui, ó, porque ele pode continuar variando muito. Mas, também ao mesmo tempo eu tenho que ficar atento aos outros dispositivos da máquina".

P: A característica do polímero dá muita *dor de cabeça*, por quê?

OP: "Porque o processo de funcionamento da máquina injetora depende principalmente do preenchimento das cavidades do molde que se encontra dentro máquina. Eu não tenho como interferir na ação do preenchimento das cavidades do molde, *automaticamente*. Vou esperar mais um pouco se não normalizar ... Vou tomar outras providências. Pode ser que a tampa do funil que alimenta a máquina injetora esteja aberta. Ai, pode dar entrada de ar frio junto com o polímero".

[Dez minutos depois ...]

P: Eu estou vendo agora que as peças ainda estão sendo produzidas com defeito, o que você vai fazer?

OP: "Bem, aí, a situação é parar a máquina e verificar o que está acontecendo. Senão isso vai continuar assim. Sem parar. Isso não pode ficar assim ..."

P: Não pode ficar assim, por quê?

OP: "Porque isto pode comprometer todo sistema. Pode alterar as cavidades do molde e, conseqüentemente, continuar prejudicando a qualidade e a quantidade da produção. Pode sobrecarregar os motores e os equipamentos. Se eu descuidar, pode até travar a máquina injetora. Por isso, eu te falo. Esse sistema não avisa se o material [referindo-se ao polímero] está fora das especificações. Eu queria que o sistema me

mandasse um aviso. Aí, sim! Mas o sistema não me ajuda nisso. Ele não sabe o que acontece dentro das cavidades do molde e nem tampouco lá com o tipo do polímero. Então, o remédio é esperar mais uns dez minutos pra ver o que vai acontecer ..."

P: Essas variações da entrada do polímero na máquina injetora sempre acontecem?

OP: "Sempre acontecem quando a temperatura climática cai. Esses dias a temperatura tem ficado em torno de 8 a 10⁰ isto reflete no armazenamento dos polímeros aqui dentro da fábrica. Eles umedecem. Sempre quando isto acontece, pode complicar a minha vida".

P: Complica a sua vida, por quê?

OP: "Complica porque um polímero muito úmido pode desestabilizar a temperatura da máquina injetora. Desestabilizando a temperatura da injetora, eu corro o risco de comprometer o sistema de produção. Isso é igual a uma bola de neve. O problema só vai aumentando".

Fonte: Entrevista com o operador da máquina injetora

Nas observações, constatou-se que o OP diante das situações de variabilidade dos polímeros interfere no sistema para evitar o mau funcionamento no processo de produção. Essas intervenções têm o efeito de ajustar e de assegurar a manutenção da qualidade e da produtividade para o acabamento final das peças de telefones.

Para que o OP realize essas intervenções, ele utiliza suas:

atividades mentais que são feitas de tratamentos não modulares, pois integram informações de natureza muito diversa: conhecimentos relacionais e procedurais, informações sobre a situação, e informações sobre a tarefa. Elas são, de fato, muito sensíveis aos efeitos do contexto: não só o contexto perceptivo e linguístico, mas também o contexto semântico e igualmente o contexto da situação e da tarefa FIALHO (2011, p. 65).

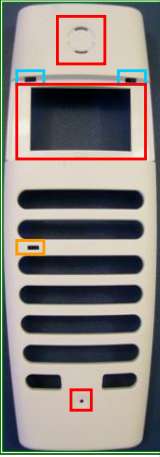
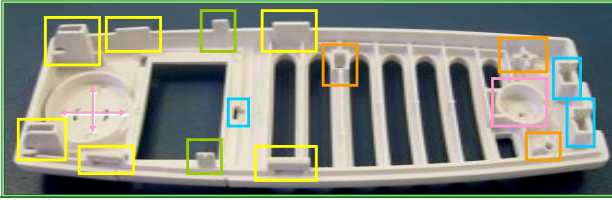
No tópico seguinte, serão analisadas as ações do OP para controlar a máquina injetora *em automático*.

4.7.2 As ações do OP para regular a máquina injetora *em automático*

Para que o OP opere a máquina injetora *em automático*, inicialmente, tem que verificar se a máquina injetora se encontra estabilizada. A máquina injetora é considerada estabilizada quando está de acordo com a descrição das normas e dentro dos parâmetros especificados pelo Departamento de Engenharia de Processos. Por meio das telas informacionais da máquina injetora, o OP confere o funcionamento das principais variáveis, tais como a temperatura, velocidade, ciclo do tempo produtivo, entradas dos polímeros, pressões, alarmes e o comportamento das cavidades do molde dentro da máquina. Além disso, verifica o ciclo de produção das peças, se o ciclo produtivo está dentro dos parâmetros especificados das peças e a quantidade de entradas de matéria-prima (polímero) no funil alimentador. Em seguida, após verificar o sistema geral da máquina injetora o OP trabalha conferindo os parâmetros, para que, então, possa controlar o ciclo de produção no sistema automático.

Além dos parâmetros existentes do sistema de produção o OP tem que obedecer às instruções de trabalho que também são elaboradas pelo Departamento de Engenharia de Processos. Nessas instruções de trabalho é exigido do OP para que ele fique atento aos pontos críticos das peças que estão sendo processadas (figura 21). O exemplo apresentado a seguir foi observado em 10 de abril de 2012. Era a fabricação de uma peça denominada Base Mono TS 60 cujo tempo do ciclo produtivo estipulado foi de 4 minutos. São seis pontos críticos que o OP tem que observar: 1) Travas de encaixe; 2) Torres parafuso e led; 3) Encaixe do controle do visor; 4) local do acoplamento do eletreto e cápsula; 5) Abertura do display e 6) Torres guias/pontos de injeção.

Figura 21: Instruções de Trabalho - Pontos Críticos- Base Mono TS60

INSTRUÇÃO DE TRABALHO PONTOS CRÍTICOS - BASE MONO TS60		Fábrica: Setor: Injeção Produto: TS60	Tempo de ciclo: 4 min.	IT-PRO-130-INJ Data Revisão: 10/04/12 Revisão: 03 Pág. 1/2
1 – Travas de encaixe <ul style="list-style-type: none">• Não podem estar quebrados / trincados• Não podem estar com falhas de preenchimento	4 – Local de acoplamento do eletreto e cápsula <ul style="list-style-type: none">• Não pode ter quebras. Ex: extratores• Não pode ter excesso de rebarba			
2 – Torres parafuso e led <ul style="list-style-type: none">• Não podem estar quebrados• Não podem estar entupidos por material ou rebarba• Não podem estar com falhas de preenchimentos	5 – Abertura do display e saída de som <ul style="list-style-type: none">• Não pode estar com falhas de preenchimento• Não pode ter excesso de rebarba• Não pode estar entupidos por material ou rebarba			
3 – Encaixe do contato e do visor <ul style="list-style-type: none">• Não pode haver quebras• Não pode estar entupido por material ou rebarba• Não podem estar com falhas de preenchimento	6 – Torres guias / ponto de injeção <ul style="list-style-type: none">• Deverão estar intactas			
				
Legenda: ● Estoque-padrão em processo + Segurança: Riscos e medidas de prevenção ◆ Qualidade: Pontos críticos e ações preventivas e ações corretivas				
Elaborador (a): Departamento de Engenharia de Processos				

Fonte: A empresa pesquisada (2012)

Essas situações de atividades de trabalho, de uma maneira ou de outra, requerem fatores de suas capacidades perceptivas (inspeção da normalidade do sistema de produção; obediência às instruções de trabalho; avaliação de uma anormalidade, antes, durante e após a sua ocorrência, atividades informacionais e com tecnologias atualizadas; atividades com sistemas automatizados; atividades que exigem uma enorme carga física de trabalho, etc.).

Como o OP da máquina injetora usa a percepção nas atividades de trabalho?

Ao OP na sua rotina de trabalho é exigida sua percepção sempre como um processo ativo de alerta. Seu comportamento torna o valor determinante em seu processo que será percebido (como vigiar a normalidade da máquina injetora e obedecer às instruções de trabalho).

Neste contexto, pode-se afirmar que:

Muitas atividades [...] têm hoje em dia um componente cognitivo intenso e complexo. Assim, deve ser realizada uma análise precisa das atividades mentais no trabalho (percepção, identificação, decisão, memória de curta duração, programa de ação) Esta análise deve ser vinculada, não ao que os trabalhadores supostamente fazem, e sim ao que eles realmente fazem para responderem às exigências do sistema WISNER (1994, p.11).

A fim de elucidar como o OP age por meio de seu conhecimento prático para controlar a injeção do polímero na máquina injetora, recorreu-se ao seu discurso, o qual foi transcrito no quadro 3.

Analizando o depoimento anterior, recorreu-se a um trecho do depoimento do OP, no qual ele revelou,

"Eu não tenho como interferir na ação do preenchimento das cavidades do molde, automaticamente".

Essa fala do OP caracteriza a limitação do sistema. A forma como o sistema foi concebido para regular as entradas de matéria-prima no funil alimentador da máquina injetora é limitada. No caso em questão se o OP não intervier para corrigir as imperfeições no acabamento das peças produzidas, toda a cadeia produtiva será afetada, comprometendo o sistema como um todo. Nessa situação, a preocupação do OP é corrigir as peças que foram rejeitadas. Diante disso, ele tem que tomar uma decisão, senão, certamente ocorrerá alteração no tempo do ciclo produtivo e, conseqüentemente, a qualidade e a produtividade da produção serão afetadas. Além disso, poderá ocorrer uma sobrecarga nos motores e nos equipamentos. E, numa projeção extremista, se o OP descuidar e não agir de maneira mais adequada pode acontecer até da máquina injetora travar.

Numa outra parte do trecho referente às ações para controlar a injeção do polímero na máquina injetora, o OP nos revelou:

"Ele, às vezes, dá muita dor de cabeça [referindo-se a entrada de polímero na alimentação da máquina injetora], porque ou

ele está úmido ou fora das especificações e o sistema automatizado não me ajuda nisso. Por isso, é que eu tenho que fazer sempre esta verificação pra injetar ou parar a produção se caso for necessário".

Por que o sistema automatizado não ajuda o OP?

O sistema em automático funciona, desde que a situação esteja normal e a máquina injetora esteja estabilizada. Mesmo assim, como no caso em discussão, ele não faz as regulações necessárias e nem reconhece o tipo do polímero que está sendo injetado na máquina injetora. Ele só injeta o material na máquina injetora.

Nesse sentido, no cumprimento de suas tarefas compete ao OP recorrer ao seu conhecimento tácito incorporado. É mediante esse conhecimento internalizado que ele constrói suas estratégias cognitivas e toma decisões de suas ações. As decisões de suas ações,

constituem as produções do sistema cognitivo. Sua elaboração corresponde a três tipos de tarefas para o sistema cognitivo:

- Tarefas de resolução de problemas, isto é, situações de elaboração de procedimentos nos quais esta elaboração depende da representação da situação;
- Tarefas de execução não automatizadas, que correspondem a situações para as quais existem procedimentos gerais na memória que devem ser adaptados ao caso particular;
- Tarefas de execução automatizadas, as quais constituem na utilização de procedimentos específicos, já internalizados ao nível corporal FIALHO (2011, P.71).

Controlando a máquina injetora *em automático*, quando ocorre o desequilíbrio na entrada da matéria-prima na máquina, o OP espera *uns dez minutos* para ver se a situação vai se normalizar. Esse tempo que o OP utiliza de espera é como se fosse um limite para que o sistema automático possa ajudá-lo ou para que ocorra o equilíbrio da

variabilidade da entrada do polímero. Os ergonomistas tratam esse tempo de espera parte da atividade de vigilância.

Esses tempos de espera ou

períodos de vigilância não são tão vazios quanto parecem ao observador ingênuo. Com efeito, os operadores estão lá para controlar o inesperado, para então tomar, em prazos muito curtos, decisões sobre uma situação muitas vezes bastante complexa [...] O conhecimento da dinâmica de construção dessa situação permite resolver a crise de maneira muito mais eficaz que em caso de descoberta repentina das dificuldades. É uma ilusão acreditar que podemos deixar um dispositivo funcionando de maneira automática durante muitas horas e pedir ao operador que tome a direção manual instantaneamente e de maneira eficaz. Assim, o operador controla [...] mesmo nos períodos de calma aparente WISNER (1987, p.179).

A atividade de vigilância do OP de adotar como estratégia esses dez minutos como tempo de espera é para que possa haver possibilidade de a situação perturbada retornar à normalidade.

Pode-se imaginar que durante esse tempo de espera o operador estará de braços cruzados. Dependendo da magnitude do problema e da experiência do OP, isto até pode acontecer. Mas o que foi observado no posto de trabalho da empresa pesquisada é que os

períodos de vigilância não significam a inexistência de atividades como poderiam supor os observadores menos atentos. Os operadores supervisionam o processo para poderem tomar decisões em curtos espaços de tempo e em situações muitas vezes bastante complexas, o que requer uma constante atualização sobre a evolução do processo DUARTE (1994, p.27).

Conforme a evolução do tempo do ciclo de produção, ou seja, se a situação continuar perturbada e o OP não puder se valer mais da utilização dessa vigilância sistemática, ele desativa os automatismos, solicita ajuda ao Departamento de Engenharia de Processos e trabalha *em manual*.

Optar por operar o sistema da máquina injetora *em manual* é a alternativa de trabalho que assegura ao OP o cumprimento da ordem de produção. Mas, a ordem de produção

só sai, em quantidade ou em qualidade, porque os operadores se valem de estratégias para compensar [as variações]. Em certos casos, as estratégias empregadas são conscientes e podem ser explicitadas pelo operador. Em outros, principalmente em situações de forte cadência, as estratégias nem sempre são conscientes, mas se traduzem por variações muito rápidas dos modos operatórios DANIELLOU (2001, p.30).

Constatamos em nossas observações que a tomada de decisão do OP de sair do sistema de trabalho *em automático* para operar *em manual* depende:

1. da instabilidade da máquina injetora;
2. das condições de entrada dos polímeros, principalmente, se ele estiver úmido ou fora das especificações;
3. da concepção do sistema;
4. das parametrizações desajustadas (tempos, velocidades e pressões de injeção).

Nas páginas seguintes, serão demonstradas a atividade de trabalho do OP quando ele opera o sistema *em manual*. É nossa intenção identificar as comunicações verbais do OP com as do coletivo de trabalho para que, assim, possamos aproximar da compreensão de como o OP consegue o equilíbrio da produção.

Será mencionada a comunicação do OP com o coletivo de trabalho que constitui uma das alternativas para garantir que o sistema de produção permaneça ou retome a produtividade e a qualidade especificadas pelo Departamento de Engenharia de Processos.

4.7.3 As ações do OP para regular a máquina injetora em *manual*

O trabalho do OP para controlar a alimentação da máquina injetora em *manual* ocorre quando ele compara os parâmetros aferidos no automatismo de entradas dos polímeros com as informações do Departamento de Engenharia de Processos e verifica que o tempo de ciclo de produção não se encontra estabilizado. O processo de injeção de polímeros na máquina injetora é considerado desestabilizado quando, por exemplo: ocorre um aumento ou uma redução na temperatura na própria máquina conduzindo o sistema fora da faixa de normalidade, as características dos polímeros não estão no formato como foram especificados, há travamento ou entupimento nas cavidades do molde.

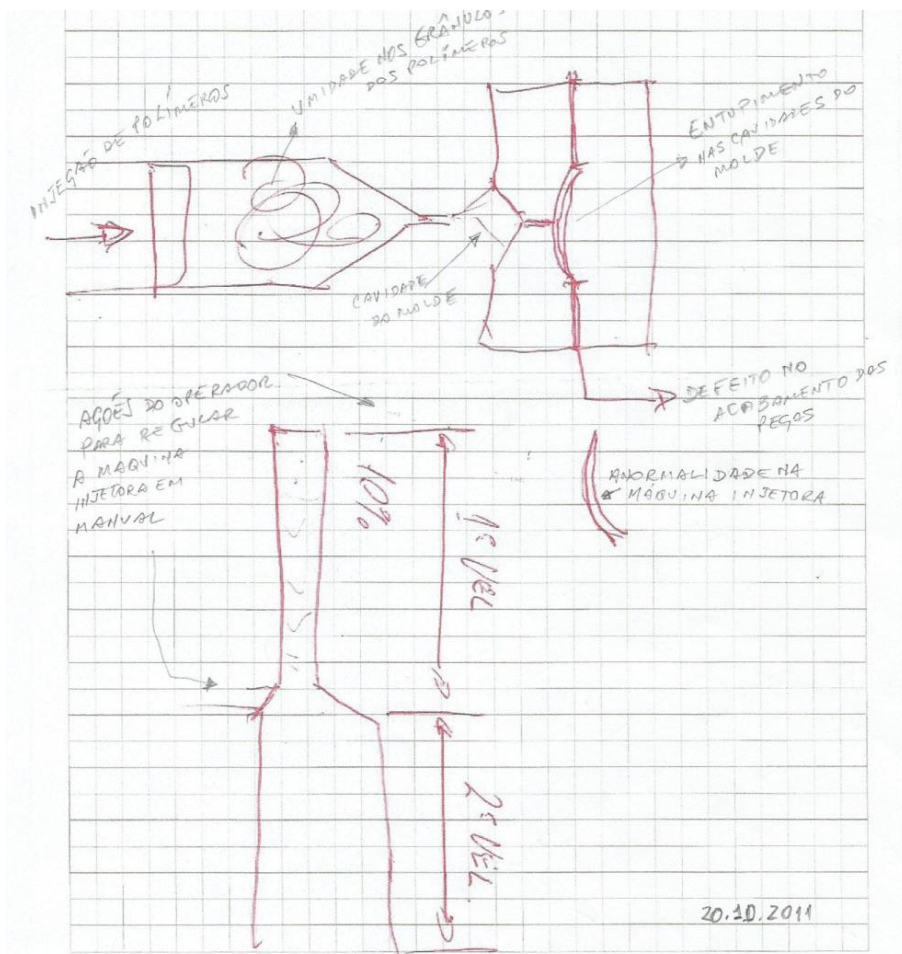
Retomando este assunto é importante lembrar que determinados tipos de polímeros podem absorver umidade da atmosfera e, dependendo do tipo de resina, as quantidades absorvidas podem ser maiores ou menores.

A quantidade de umidade nos grânulos, mesmo que seja apenas vapor d'água condensado sobre a superfície, pode causar sérios problemas em peças moldadas com polímeros.

Em razão de existência de umidade efeitos indesejáveis podem acontecer, tais como: variabilidades no processo produtivo, defeitos no acabamento das peças, bem como desgastes nas propriedades das cavidades do molde das peças injetadas.

Solicitou-se (no dia 20 de outubro de 2011) de um OP perito que nos explicasse como ele representaria uma situação real de desestabilização da máquina injetora devido às irregularidades do polímero. Ele pegou seu bloco de anotações e fez a seguinte representação (figura 22).

Figura 22: Representação realizada pelo OP demonstrando a desestabilização da máquina injetora devido às irregularidades no polímero



Fonte: Operador de máquina injetora (2011)

Confirma FIALHO (2011, p. 67) que essas representações (mentais),

são construções circunstanciais feitas num contexto particular e com fins específicos: numa situação dada e para fazer face às exigências de uma tarefa em curso, um texto que se lê, uma ordem que se escuta, um problema a resolver. Sua construção é finalizada pela tarefa e pela natureza das decisões a tomar.

Neste aspecto, essas situações obrigam os OPs, frequentemente, realizar ações estratégicas para controlar a máquina injetora *em manual*. Normalmente, eles trabalham primeiro com os testes de molde para, que se por ventura existir anormalidades, que as mesmas possam ser procedidas. Após os testes, os lotes produzidos deverão ser remetidos para confirmações das especificações determinadas pelo Departamento de Engenharia de Processos, caso tenha ocorrido divergência nas especificações, então serão efetuadas as devidas alterações.

Quando se inicia um novo processo com um novo molde os OPs sempre trabalham com a máquina injetora *em manual*. Outro tipo de problema que provoca variabilidade no tempo do ciclo produtivo é quando acontece a mudança do molde de uma máquina para outra, ou quando há troca de matéria-prima (polímeros) na injeção.



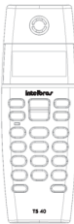

Assim, os testes de molde devem ser realizados com critério, seguindo um sequenciamento de ações que permitam os OPs obterem o máximo de aproximação com as especificações do projeto da peça.

Os OPs realizam uma checagem técnica do tempo do ciclo produtivo a cada duas horas de trabalho. A intenção é de antecipar possíveis problemas. O objetivo desta checagem técnica é descrever os principais defeitos encontrados em peças injetadas, relacionando as possíveis ações que devem ser tomadas para minimizar ou eliminar defeitos.

Para realizar esta checagem técnica, os OPs, além de entender de todos os parâmetros existentes do sistema de produção eles têm que obedecer as regras previstas, já citadas anteriormente de instruções de trabalho, as quais são concebidas pelo Departamento de Engenharia de Processos. O exemplo a seguir é da checagem técnica de duas peças. A observação foi constituída em 29 de maio de 2012 (figura 23). Trata-se da fabricação de duas peças de telefones: Base Mono TS 60 e do TS 40. Percebe-se uma exigência visual ainda maior da parte dos projetistas para com os OPs. Apesar dos visores serem diferentes como mostra a

figura eles são bastante parecidos. Por isso, a palavra **ATENÇÃO** é chamativa nas instruções de trabalho.

Figura 23: Instruções de Trabalho - Pontos Críticos- Base Mono TS60 e TS40

INSTRUÇÃO DE TRABALHO PONTOS CRÍTICOS - BASE MONO TS60 - TS 40		Fábrica: Setor: Injeção Produto: TS60 - TS40	Tempo de ciclo: IT-PRO-130-INJ Data Revisão: 29/05/12 Revisão: 03 Pág. 2/3
	1- Verificar a qualidade da peça 2- Encaixar visor no monofone, utilizando luvas para evitar impressões digitais		Armazenamento: 2 peças juntas Camadas: 4 Peças p/ camada: 50 Total p/ caixa: 200
<div><div><p>TS 40</p></div><div><p>TS 60</p></div><div><p>COLOQUE O VISOR EM CIMA DO DESENHO PARA CONFERIR A ESPESSURA DA BORDA</p><p>ATENÇÃO</p><p>O visores do TS 40 e TS 60 são <u>diferentes</u>. A espessura da borda do TS 40 é maior do que a do TS 60. Um visor não pode ser encaixado no monofone do outro.</p></div></div>			
Legenda: ● Estoque-padrão em processo + Segurança: Riscos e medidas de prevenção ◆ Qualidade: Pontos críticos e ações preventivas e ações corretivas			
Elaborador (a): Departamento de Engenharia de Processos			

Fonte: A empresa pesquisada (2012)

As razões que mais provocam a desestabilização no tempo do ciclo produtivo estão associadas às características das entradas de polímeros na máquina injetora. Por exemplo: se polímero estiver molhado ou fora das especificações, influencia na temperatura, no ciclo do tempo, na pressão e na velocidade da máquina injetora fazendo com que ela escape das faixas normais de funcionamento. Ocorre, também, do reaproveitamento de peças rejeitadas que são reproprocessadas (moídas) se transformando em matéria-prima (polímero) não serem de boa qualidade e ter muita *sujeira* (sucata de pedaços de fios, latões pontiagudos etc..) e isso pode ocasionar entupimentos nas cavidades do molde. Esses materiais, quando não estão dentro das padronizações e são encaminhados para a máquina injetora, ocasionam o desequilíbrio

no molde, acarretando um acabamento ruim na peça e a consequente redução da produtividade e da qualidade no produto final.

Notou-se que, em situações como essas, o OP diante das dificuldades encontradas para dominar os eventos, recorre a um colega de trabalho ou ao Departamento de Engenharia de Processos, porque, "pessoas que agem juntas, colocando suas habilidades e seus conhecimentos [podem] efetivar a solução do problema." [E essa interação]"... é tipicamente requisitada através da comunicação em tempo real" RASMUSSEN et al., (1990, p. 85).

Diante de situações inesperadas de variabilidade das características dos polímeros ou de mau funcionamento dos automatismos, equipamentos etc., constatou-se que o OP, para retomar a estabilidade do tempo do ciclo produtivo, articula uma comunicação com o colega via rádio, o Operador Processos de Produção - OPP. A descrição das tarefas do OPP está mencionada no ANEXO E.

Veja um exemplo de uma imprevisibilidade, a qual resultou num intenso relacionamento entre os dois para o intercâmbio das informações. O OPP, ao passar perto do local onde estão armazenado os polímeros que serão encaminhados para a máquina injetora, nota que o polímero está muito úmido. O OPP, antecipando a desestabilização da máquina injetora, comunica, via rádio ao OP, as características em que se encontra o polímero. O quadro 4 ilustra a interação entre os dois operadores.

Quadro 4: Extrato de entrevista do OPP com o OP diante da variabilidade do polímero

OPP: "Atenção OP da máquina injetora tal".

OP: "Ok, na escuta".

OPP: "Eu tô aqui perto do lugar onde ficam esses polímeros (que você usa aí na máquina). Olha a coisa aqui tá feia. Ele tá com bastante úmido. Ele deve tá indo pra máquina com essa água".

OP: "Ok, OPP. Daqui a pouco eu te dou o retorno".

OPP: (...)

OP: "Atento OPP".

OPP: "Ok, OP".

OP: "Eu tô checando tudo aqui nas telas de informação da máquina. Aqui não tá aparecendo nada. Agora sim, tá variando muito. Agora, por exemplo, eu comecei a achar estranho. Tô sentido um cheiro de plástico derretendo. Eu tô trabalhando com uma produção de 2.000 telefones TS60. As entradas dos polímeros eram prá tá tudo certo. É estranho eu

testei tudo antes. Aí, eu esperei um pouco pra ver o que ia acontecer. Nesse momento, ó, tá aparecendo aqui na tela, o alarme tá acendendo. Tá acusando alguma coisa diferente na máquina. Parece que é no molde. O alarme tá começando a parar a máquina [de acordo com o funcionamento do dispositivo automático do alarme, ele avisa quando tem alguma coisa trabalhando errado]. Mas não avisa especificamente se o problema é que o polímero está úmido ou fora do formato correto para ser injetado. Eu vou é sair do automático, tá? Vou regular isso da minha maneira. Falô? [referindo-se à passagem do automático para manual]".

OPP: "Ok. Deixa com a gente".

Fonte: Comunicação entre os operadores

Após esse diálogo, realizamos a autoconfrontação sobre a variabilidade do polímero, a qual está contida no quadro 5.

Quadro 5: Entrevista de autoconfrontação sobre a variabilidade do polímero

P: O que você fez quando o OPP te ligou?

OP: "Como o polímero tá com problema, eu saí do automático e, agora tô trabalhando *em manual*, porque o automatismo não me avisa se o polímero esta fora das especificações".

P: Por que o automatismo não te avisa?

OP: "Há instantes atrás, quando eu estava no rádio com o operador de processos de produção, a situação era assim: a matéria-prima (polímero) e todos os procedimentos de produção da máquina injetora tava normal. O automatismo (alarme) levou dez minutos para realizar o aviso aqui na tela. Isto é muito tempo. Ele tinha que ser mais rápido, né. Então, eu chego à conclusão que este automatismo deveria proceder a igual a mim. Afinal de contas eu tô produzindo 2.000 peças. Minha responsabilidade é grande. Aí, eu não ia esperar quase dez minutos pra tomar uma decisão, né? Trabalhando *em manual* a gente fica mais calmo do que com o automatismo."

P: Quer dizer que, nesse caso, quando você trabalha *em manual*, você fica mais calmo do que com automatismo?

OP: "É claro, sô. O polímero começou a derreter muito. Tive a sensação de cheiro de plástico derretendo, queimando, um cheiro diferente do

normal. Isto não pode acontecer, não é? Levantei daqui da máquina. Você viu sair, não viu? Fui até lá no funil alimentador pra confirmar se o polímero estava úmido. Ele estava. Dava pra sentir só de pegar e olhar. O que é que eu fiz então? Esperei uns dois minutos. O problema continuou. O alarme disparou. Aí, eu tomei a decisão de passar a máquina para o manual".

P: Você já explicou essa situação para o pessoal da Engenharia de Processos, para que eles possam regular essa situação do polímero para o automático?

OP: "Já, muitas vezes. Não só eu como os meus colegas. O pessoal da Engenharia de Processos bem que tentou ajudar a gente, mas até hoje nada foi feito de concreto. Já faz algum tempo que nós pedimos pra eles e pro nosso supervisor, mas parece que eles nem dão bola. Aí, a gente tem que trabalhar, tem que cumprir as metas, tem que produzir, fazer o que, né? Vamos trabalhando assim, dessa forma. Quem sabe um dia eles [referindo ao pessoal da Engenharia de Processos e ao supervisor] colocam esses sistemas automáticos do jeito que a gente quer. Isso sim, iria facilitar o nosso trabalho".

Fonte: Entrevista com o operador da máquina injetora

Realçou-se uma parte da entrevista em que ele revela:

"Vou regular isso da minha maneira".

Nessa verbalização, o OP percebe que ele, diante da variabilidade das características da matéria-prima (polímero), já não pode contar mais com o apoio do automatismo, porque o mesmo não regula este imprevisto. Diante disso, o OP, para controlar a produção, retoma os procedimentos de trabalho *em manual*. A passagem de desativar o dispositivo automático para operar *em manual* ocorre porque algo de errado aconteceu com o ciclo produtivo. Para garantir o fluxo normal da produção, ele decide operar o sistema retomando suas regras práticas. Como essas regras práticas não estão incorporadas no automatismo, o OP conclui,

"Quem sabe um dia eles [referindo-se ao pessoal da Engenharia de Processos e ao supervisor] colocam esses sistemas

automáticos do jeito que a gente quer. Isso, sim, iria facilitar o nosso trabalho".

Essa fala do OP revela que,

algumas funções humanas, tanto atividades dependentes da habilidade manual quanto mentais, não podem, no atual estágio tecnológico, ser realizadas através de máquinas [sistema automatizado]. Os processos de trabalho reais são, de fato, mistos, mesmo sistemas altamente automatizados dependem ainda de controles cognitivos e de intervenções manuais realizadas pelos trabalhadores que operam esses sistemas LIMA (1997, p.245).

É bom lembrar aqui que o saber do OP é situado e só ocorre nos processos reais de trabalho formando, assim, a razão da sua efetivação. Se ele tem a forma mais rápida que o automatismo para regular as entradas de matérias-primas na máquina injetora é porque o uso de suas regras práticas foi adquirido e incorporado ao longo da sua vida profissional.

TEIXEIRA (2013, p. 30) defende,

[...] que o [sistema automatizado] deve ir além da função clássica. Assim sendo, hoje, além do projeto de navegação, o [sistema automatizado deve ser] uma atividade voltada para melhorar processos ou fluxos relacionados com:

- Rotinas dentro do sistema (projeto de funcionalidades, diagrama de navegação, otimização de fluxos, avaliação da interface e documentação do produto).
- Comunicação do usuário com o sistema (tecnologia informacional em geral).
- Áreas diferentes de uma mesma corporação.
- Sinalização da informação no cotidiano das pessoas.

Nesse contexto, as interfaces entre o sistema automatizado e o OP diante de situações inesperadas ainda persistem sem serem automatizadas. É o que percebeu-se quando realizou-se as observações. A manifestação do OP perante o evento comprova os limites de funcionamento do dispositivo automático, quando ele disse:

"O automatismo (alarme) levou dez minutos para realizar o aviso aqui na tela da máquina. Isto é muito tempo. Ele tinha que ser mais rápido, né. Então, eu chego à conclusão que este automatismo deveria proceder igual a mim".

Por que o funcionamento do automatismo não é igual às ações do OP?

Porque o OP tem suas próprias regras. E essas regras práticas definidas por ele não estão representadas em axiomas e algoritmos que constituem o atual modelo do sistema automatizado. Essas regras práticas pertencem

[a arte] de adquirir novas habilidades e capacidades. E quanto mais progredimos na vida, mais operamos como usuários de habilidades e capacidades que dominamos. [...] nos envolvemos em tarefas em que devemos concentrar nossa atenção ao máximo, como fazíamos quando éramos mais jovens, tentando aprender uma [nova tarefa] ou dominar novas habilidades. Atividades como ler [instruções de trabalho] praticar uma profissão por muitos anos e falar em nossa própria língua são principalmente a reprise de habilidades que dominamos DOIDGE (2013, p.101).

Dessa forma, as regulações adotadas nas situações de trabalho mencionadas pelas verbalizações dos OPs e transcritas nesta seção nos levou a afirmar que esse trabalhador, para garantir o equilíbrio da qualidade e da produtividade das peças de telefones dentro das especificações e diante de situações de imprevisibilidade, necessita articular as suas regras práticas para complementar as limitações dos automatismos.

Na seção seguinte, enfatizaram-se as ações dos OPs para controlar a temperatura da máquina injetora. Será evidenciada a utilização dos procedimentos das operações de controle em automático e manual.

4.7.4 As ações dos operadores da máquina injetora para regular a temperatura

Nesta seção, analisou-se como as intervenções dos OPs são indispensáveis para assegurar o fluxo de produção de peças de telefones diante das limitações e dos limites do sistema automatizado da máquina injetora.

Destacou-se em grande parte deste texto as razões das intervenções contínuas do operador. Veremos que ele é quem garante a eficiência e a confiabilidade no sistema automatizado, apesar de os princípios da concepção tecnocêntrica ser contrários a tal afirmação.

Os sistemas tecnocêtricos consideram as atividades dos humanos como uma espécie de resíduo da automação, ou seja, algo que não deveria existir ou que, se existisse, seria somente para as atividades de regulação ou de manutenção do sistema. Essa citação negativa ao trabalho é argumentada pelos adeptos dos sistemas tecnocêtricos, porque as ações dos humanos em relação à automação são imprecisas, ineficientes ou erradas. Mas BAINBRIDGE (1987, p.271) afirma que "os sistemas automatizados ainda são sistemas homem-máquina para os quais tantos os fatores técnicos como os fatores humanos são importantes para a concepção dos automatismos".

Toda malha de controle implantado no sistema automatizado foi determinada pelos engenheiros do Departamento de Engenharia de Processos, como, por exemplo: quantos sensores seriam necessários, quais os pontos de instalação dos sensores, em quais equipamentos seriam instalados, quais os valores de aferição seriam especificados como máximo e mínimo no automatismo (controle da temperatura da máquina injetora, controle dos tempos dos ciclos produtivos, das pressões, das velocidades de injeção dos polímeros etc.).

O exemplo a seguir tem como finalidade demonstrar as ações dos OPs diante das dificuldades para controlar a temperatura da máquina injetora. Os OPs têm que intervir no sistema para garantir o funcionamento da máquina injetora, como, por exemplo: quando a temperatura da máquina ultrapassa o limite de 230⁰ C (a temperatura normal da máquina injetora é de 220 a 230⁰ C), há um dispositivo automático (sensor) no equipamento de resfriamento que libera a injeção

de 1.000 litros/hora de água para resfriá-la. Na medida em que a temperatura está subindo, a injeção de água é contínua. Mas, às vezes, não há necessidade da continuidade da injeção de água porque a máquina injetora já está tendendo a retornar à temperatura normal. O automatismo instalado só libera a quantidade de 1.000 litros ou nada. Por outro lado, o procedimento do corte de água também é realizado de forma instantânea. Não existe no automatismo uma condição gradativa de injeção ou no corte d'água. É como se fosse *tudo ou nada*. O automatismo só facilita a atividade de trabalho do OP quando a máquina injetora está em ritmo estável. Considera-se ritmo estável quando a temperatura da máquina injetora se encontra entre 220 a 230° C, todos os equipamentos estão funcionando sem problemas, o acabamento das peças está dentro dos parâmetros especificados e não existe variabilidade nos teores dos polímeros etc. Em situação contrária, ou seja, de anormalidade, o automatismo não faz as regulagens para estabilizar os parâmetros normais da temperatura da máquina injetora da forma como faz o OP. Numa dada situação, o operador opta por abandonar o uso do sistema automático e passa a operá-lo manualmente. Segundo ele, essa opção é mais rápida, segura e confiável, porque o automatismo não faz a regulação de forma gradual, ou seja, de acordo com a necessidade de uma determinada situação.

Estas estratégias operacionais adotadas pelo OP diante da atividade de trabalho acima descrita:

[...] consagra uma inversão de perspectiva a respeito da eficiência do sistema: esta não se origina nem da definição dos procedimentos e dos métodos, nem simplesmente do estrito respeito às instruções. Os resultados só podem ser obtidos graças à capacidade de regulação da atividade desenvolvida pelos indivíduos agindo, de um lado, para gerenciar as variações das condições externas e internas da atividade e, por outro lado, para levar em conta os efeitos da atividade (DANIELLOU et al., (2004, p.92).

Dessa forma, cabem os seguintes questionamentos: como e quando os OPs realizam as intervenções no sistema automatizado? Como seria então a atividade de trabalho dos OPs diante do sistema de controle automatizado das máquinas injetoras? Como os OPs fazem as passagens das operações do sistema manual para automático e de

automático para manual? Essas são algumas indagações que foram respondidas.

A tarefa principal dos OPs é manter a normalidade entre a qualidade e a produtividade no acabamento final das peças. Estas são produzidas dentro de limitações implementadas pelos automatismos das máquinas injetoras, atuando, principalmente, sobre a regulagem das variabilidades que surgem durante o ciclo produtivo.

Para isso, eles trabalham monitorando as informações apresentadas nas telas do painel da máquina injetora, onde verificam, constantemente, o comportamento das seguintes variáveis: a temperatura da máquina (se ela está normal, se está aumentando ou diminuindo), o grau de enchimento dos polímeros (se sua tendência é para o enchimento, esvaziamento ou travamento), a potência dos motores que rodam a máquina injetora, a potência dos motores dos manipuladores (são robôs: mecanismos automáticos que retiram as peças acabadas de dentro da máquina e, em seguida depositam na mesa de trabalho do operador) etc.

Analisou-se, separadamente, as ações do OP diante da variação da temperatura da máquina injetora, operando com sistema automatizado e com sistema manual.

O OP pode optar por controlar a temperatura da máquina injetora mediante dois procedimentos: o automático e o manual. Em ambos os procedimentos, existe uma faixa de temperatura normal de funcionamento da máquina injetora definida com as seguintes graduações: como limite mínimo, a temperatura 220°C e, como limite máximo, 230°C . Isto quer dizer que é considerada situação normal de trabalho quando a temperatura de funcionamento da máquina injetora permanece na faixa estipulada de 220° a 230°C . Existe, ainda, por razões de segurança do funcionamento da máquina injetora, a temperatura máxima prevista no automatismo até 245°C . Se a temperatura da máquina injetora ultrapassar o limite máximo de 245°C por quaisquer imprevistos sejam incidentes causados por falhas nos equipamentos elétricos ou mecânicos, sejam por variações de velocidades ou de pressões na injeção dos polímeros que venham a comprometer o funcionamento da máquina injetora, existe um dispositivo que desarma, automaticamente, todo o sistema da máquina. O sistema da máquina injetora é bloqueado, impedindo a continuação do funcionamento do ciclo produtivo.

4.7.4.1 O procedimento operacional da temperatura da máquina injetora em automático

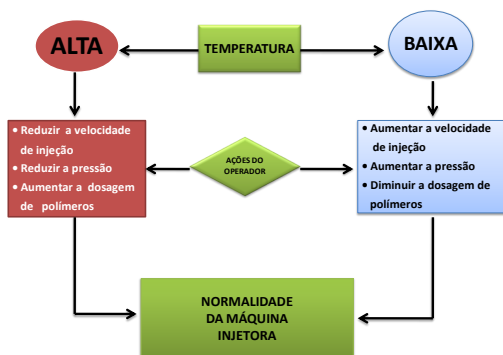
Descreveu-se inicialmente, o procedimento operacional do OP quando ele está operando a máquina injetora *em automático*. É prescrito que o OP deve operar *em automático* de acordo com norma (Temperatura da máquina injetora em automático), alíneas a e b, transcritas a seguir.

4.7.4.1.1 Norma da temperatura da máquina injetora em automático

- a) trabalha-se com a máquina injetora em automático quando o sistema está estabilizado (marcha estável, na normalidade);
- b) qualquer divergência nas variabilidades que compõe o sistema somente será feita pelo dispositivo automático que atuará mediante a parametrização estipulada pelo Departamento de Engenharia de Processos.

Mostra-se agora o procedimento operacional - operação contínua da máquina injetora, referente ao procedimento automático (Figura 24).

Figura 24: Fluxograma simplificado do procedimento operacional - operação contínua da máquina injetora em automático



Fonte: Elaborada pelo autor (2013)

Para que o OP possa trabalhar com a temperatura da máquina injetora em automático, ele, em cumprimento às normas técnicas, tem que, inicialmente, conferir se todo o sistema encontra-se estabilizado.

Mas o que é sistema estabilizado? O sistema da máquina injetora é considerado estabilizado quando todos os quesitos que foram determinados pelo Departamento de Engenharia de Processos e pelas normas técnicas expressas nos manuais dos fabricantes de máquinas injetoras de termoplásticos (na empresa pesquisada o modelo adquirido é da marca Romi 300R) se encontram dentro dos parâmetros e nas especificações preestabelecidas. O OP trabalha com as telas do comando da máquina verificando, por exemplo: se a temperatura está na faixa especificada; se a velocidade de injeção encontra-se controlada; se a pressão da máquina está normal, como está o grau de abastecimento da máquina; como está a alimentação da máquina em relação às entradas com as matérias-primas (o teor do polímero e o seu formato se estão em boas condições para ser injetado); como estão funcionando os equipamentos; se o tempo do ciclo produtivo está dentro da faixa permitida; se o manipulador (robô) está buscando as peças de forma correta; se a potência dos motores está em conformidade com a carga produtiva prevista etc..

Realizado o trabalho de verificação dos parâmetros e das especificações do sistema geral da máquina injetora, o OP confere os parâmetros que estão instalados no automatismo, para que a máquina injetora, então, funcione em automático.

Todo o processo de controle da temperatura da máquina injetora ocorre mediante a injeção d'água, tanto para a operação do sistema em manual como para a operação automática. O objetivo da injeção d'água na máquina é resfriá-la, caso aconteçam situações de elevação da temperatura, ou seja, quando a temperatura escapa do padrão de normalidade de funcionamento da máquina. A injeção d'água, se necessária, é feita por meio de um equipamento de resfriamento operado por um dispositivo automático (sensor) que libera 1.000 litros/hora d'água. O parâmetro do dispositivo automático ou controlador automático, conforme descrito pela alínea b é limitado para o OP. O limite dos parâmetros foi estipulado pelo Departamento de Engenharia de Processos da seguinte forma: limite inferior temperatura 198⁰ C e limite superior temperatura 245⁰ C. O OP verifica os valores reais de temperatura numa tela denominada TEMPERATURA (refere-se à vazão da água). Nessa tela, o sistema automático emite as informações para o OP, onde ele pode consultar o comportamento da temperatura da máquina injetora. Entretanto, conforme será demonstrado mais adiante, este parâmetro de controle automatizado de injeção d'água não corresponde à quantidade necessária que é utilizada pelos operadores.

Isso acontece porque, na medida em que a temperatura da máquina injetora ultrapassa o seu limite normal de funcionamento que é de 230°C , o automatismo com 231°C inicia o procedimento automático de injetar os 1.000 litros/hora d'água. Só que tal procedimento de injeção d'água é realizado continuamente. Se a temperatura prossegue em elevação, o sistema continua injetando água para o moinho. O sistema somente irá cortar automaticamente a injeção d'água quando a temperatura cair para 198°C . Mas, às vezes, não há necessidade da continuidade da injeção d'água porque o moinho já caracteriza essa tendência de retornar à temperatura para normalidade. Conforme relato do OP:

"às vezes, a temperatura está tendendo a cair, mas o automático continua mandando água" (Operador de máquina injetora).

Outro OP revelou o que ele considera como tendência de cair à temperatura.

"A temperatura da máquina injetora está tendendo à normalidade quando eu seleciono no computador a tela de temperatura e observo, por exemplo, se a temperatura estiver com 238°C , daqui uns cinco minutos eu torno acessar, aí, vamos supor ela [temperatura] aparece com 236°C , aí, eu espero de cinco a dez minutos, depois disso, eu torno acessar, digamos que ela [temperatura] caiu pra 233°C . Dou mais um tempinho, uns cinco minutos e vejo a tela, se ela [temperatura] vier, vamos falar assim, com uns 231°C , é uma tendência de que a temperatura está caindo. Está voltando pra normalidade. Olha! Meia hora olhando pra essa tela [referindo-se à tela da temperatura da máquina injetora] dá pra você perceber a tendência da temperatura da máquina injetora, se está caindo ou não" (Operador de máquina injetora).

Mediante as verbalizações dos OPs, constatou-se que o sistema de injeção d'água não é gradual. Ele não faz a regulação necessária de

injeção d'água em relação à elevação ou à queda de temperatura da máquina injetora. É como fosse *tudo ou nada*. O sistema injeta os 1.000 litros/hora d'água ou corta a injeção. Segundo os OPs, o tempo de resposta do automatismo para normalizar a temperatura, às vezes, é mais lento que trabalhar com o sistema em manual. O processo de injeção apresenta variáveis e evolução temporais, por exemplo, se a temperatura da máquina injetora ultrapassou o seu limite normal, automaticamente, haverá a injeção d'água. Só que, simultaneamente, a máquina injetora está sendo alimentada com polímero que às vezes pode estar úmido ou seus grânulos fora de suas especificações. O polímero, por ficar armazenado ao ar livre (em sacos abertos), acaba absorvendo água, tornando-se ainda mais úmido, principalmente, em locais de condições climáticas frias (caso da empresa pesquisada que nos meses de maio a agosto as temperaturas se aproximam de 5⁰ (graus), tornando, às vezes, a injeção automática desnecessária para resfriar a temperatura da máquina injetora. O sistema é limitado. Não fornece informações sobre as características do polímero. O que o OP faz é solicitar as informações ao OPP e discutir os procedimentos para sanar a instabilidade do fluxo do processo de produção. Nas situações em que os polímeros escapam das especificações, o OP prefere suspender o uso do sistema automático de injeção d'água e trabalhar com o sistema em manual até normalizar a situação. Diz um OP:

"quando eles, [se referindo ao pessoal do Departamento de Engenharia de Processos] estudaram e colocaram esses parâmetros no controle automático da temperatura das máquinas injetoras, não pediram nem nossa opinião. Nós nem fomos chamados para participar da instalação do projeto. Parece que isto não pertence à gente. Esses valores que estão indicados aqui na tela mostrando a temperatura [apontando para tela de informação da máquina] foram colocados pela chefia de processos. O que nós sabemos é que o pessoal dos processos é que cuida disso. Nós aqui da máquina injetora só fazemos a parte operacional. No meu modo de entender, esse automatismo não funciona direito. Ele só envia e corta a água. Ele não regula a água de forma proporcional à

temperatura" (Operador de máquina injetora).

O supervisor do departamento de Engenharia de Processos da empresa pesquisada nos revelou que os automatismos foram instalados.

"Eles [referindo-se aos automatismos] foram instalados com a finalidade de ajudar o operador no seu trabalho, por exemplo, no controle da temperatura da máquina injetora, no controle da velocidade de injeção, no controle das pressões no controle do fluxo do tempo de produção e dos outros que estão por aí espalhados. Colocamos os automatismos para o operador ter mais condições de operar essas máquinas e dela poder aumentar a produtividade. Com esses dispositivos automáticos, ele [referindo-se ao operador] só fica vigiando as telas do computador. Ele vê tudo que está acontecendo na máquina injetora, é só ele tocar nas telas. Está tudo lá [referindo-se às informações]. Hoje ele tem mais recurso. Antes, não era assim" (Supervisor do Departamento de Engenharia de Processos).

Na visão do Supervisor do Departamento de Engenharia de Processos o trabalho do OP é somente de ficar olhando as telas do computador e acompanhar o sistema. A afirmação do supervisor faz sentido desde que o sistema esteja estabilizado e todas as situações de funcionamento do tempo do ciclo produtivo estejam estáveis.

Contraditoriamente, um dos OPs verbalizou:

"Esses caras [referindo-se ao pessoal do Departamento de Engenharia de Processos] são muito engraçados. Eles acham que aqui [referindo ao trabalho que eles executam] é só ficar olhando pra essas telas [...]. Tem pepino aqui na máquina injetora que esse sistema não resolve. Se a gente não ficar

atento e não agir logo, o bicho pega"
(Operador de máquina injetora).

Entretanto, o que foi observado é que, nas situações aqui discutidas, os OPs têm que atuar realizando intervenções para complementar o funcionamento dos automatismos regulando as variabilidades e os imprevistos do sistema. Mas o pessoal do Departamento de Engenharia de Processos espera que eles façam somente o monitoramento do sistema.

Na implementação dos automatismos, os responsáveis pela sua constituição não compreenderam que os saberes práticos são revelados nas ações de trabalho dos OPs e que o bom funcionamento das instalações de um sistema somente é possível graças a competências práticas "difíceis de ser verbalizadas ou transmitidas" no momento de sua concepção SCHWARTZ (1998, p.114).

Essas competências práticas são formadas a partir da experiência profissional e do tempo de duração em que elas acontecem nas atividades de trabalho dos OPs.

SCHWARTZ (1998) descreve um exemplo de A. Héron, responsável pelo dispositivo *Suggestions* da *Régie Renault* numa intervenção no DESS-APTS e que muito se parece a algumas situações nas quais foram observadas e investigadas as ações do OP. Trata-se de um encarregado do serviço de trens de carga que é competente quando, por meio de seus pontos de referência, comprovados em sua prática, ele prevê, por exemplo, que um vagão muito lento corre o risco de descer sobre a linha designada à formação seguinte e ocasionar o empilhamento de vagões, redirecionamentos, redesignações de linha, com custos de tempo. Ele desconfia e desvia, no momento exato, a formação seguinte para outra via livre. Isso supõe uma espécie de sintonia instantânea articulando sua experiência de velocidade dos vagões (de ver e ouvir), a antecipação das reações do operador da agulha e do coordenador de desacoplamento às suas próprias escolhas, e a avaliação comparada dos tempos para as diferentes operações de redesignação de linha.

Assinala SCHWARTZ (1998, p.115) que essa competência manifestada pelo operário é uma "competência complexa, profundamente ancorada numa cultura muito específica da triagem, particularizada pelos hábitos coletivos locais de tratamento dos imprevistos, geralmente mal formulado ou formulável".

No caso estudado, os operadores convivem com as limitações dos diferentes parâmetros instalados dos automatismos e, também, com as

interferências causadas pela variabilidade do teor de qualidade dos polímeros. A complementação das ações do monitoramento e das regulagens exercidas pelos operadores no funcionamento da máquina injetora é obtida por meio das experiências acumuladas, as quais constituem as ações operatórias do saber prático do OP. Dessa forma,

a participação ativa do operador na resolução de problemas é que conduz para soluções mais bem sucedidas e rápidas. Os especialistas *tentam* modelar as condições inesperadas do sistema, o monitoramento do comportamento das máquinas, reorganizar a produção e redimensionar a rota produtiva. Entretanto, o sistema não apenas tem apresentado falhas como tem retardado o papel ativo do operador ... ROTH; WOODS (1988, p.5).

A resolução dos problemas é atribuição do OP e, obviamente, está ligada ao desempenho de suas próprias ações que são praticadas no dia a dia da sua atividade de trabalho.

Como isso ocorre? Como eles articulam suas habilidades informais e seus conhecimentos práticos para interceder junto às limitações do sistema automatizado?

Para compreendermos como o OP age para controlar a temperatura do moinho, fizemo-lhe algumas perguntas, transcritas no quadro 6.

Quadro 6: Extrato de entrevista sobre o controle da temperatura da máquina injetora utilizando o procedimento automático

P: Como você age para controlar a temperatura da máquina injetora no sistema automático?

OP: "Antes de colocar a máquina injetora em funcionamento automático, é necessário que eu verifique se ela está estabilizada. Quer dizer, se ele se encontra dentro das especificações e dos parâmetros determinados pelo pessoal da Engenharia de Processos. Por exemplo: se a pressão da máquina está na faixa correta, se a velocidade da injeção está controlada, se as entradas de polímeros estão boas, se os equipamentos estão funcionando direitinho, se a temperatura está na faixa normal, entre 220⁰ a 230⁰ C etc. Isso tudo eu tenho que conferir

antes, aqui, nas telas da máquina. Está vendo? Ó [mostrando as telas]. Se tudo estiver normal, eu venho aqui, ó, nessa tela de temperatura da máquina e coloco os parâmetros que devo usar para operar em automático. Esses parâmetros são limitados em limite inferior temperatura 198°C e limite superior temperatura 245°C . Quando eu aciono a operação em automático, o que acontece, se o valor da temperatura da máquina injetora subir além de 230°C , automaticamente, aumenta a vazão d'água na máquina para resfriá-la. Nesse caso, o automatismo funciona injetando água na máquina, ou seja, acima de 231°C e cortando a injeção d'água com 219°C . A vazão d'água é conduzida através dos sensores que estão instalados na bomba d'água. A quantidade de água conduzida é de 1.000 litros/h. Esse sistema automático não regula a água de acordo com a temperatura. Por exemplo: numa temperatura, digamos, de 235°C , o automatismo funciona enviando água para o moinho, porque a temperatura está acima do limite normal (220°C a 230°C), mas, se a temperatura abaixa, digamos, para 232°C , ele (o sistema automático) continua enviando água, os mesmos 1.000 litros. Aí, eu te falo 232°C está tão próximo de 230°C . Será que há necessidade de tanta água assim? O certo seria, se a temperatura aumentasse, o sistema deveria enviar a água de maneira gradual, de acordo com a quantidade necessária para regular a temperatura e a mesma coisa deveria ser com o corte d'água. O corte d'água tinha que ser gradativo. “Mas o sistema ou envia água ou corta”.

P: Como você acha que deveria ser a regulação automática?

OP: "A regulação deveria ser assim: a temperatura atingiu 231°C o sistema automático injetaria os 1.000 litros d'água. Daí uns cinco minutos, eu acessaria a tela da temperatura para verificar a nova temperatura, digamos, que eu tenha uma informação de 235°C , o sistema poderia então enviar, automaticamente, mais 500 litros d'água. Cinco minutos após essa nova injeção d'água, eu tornaria a conferir a tela de temperatura, digamos que o resultado fosse de 232°C . Nesse caso, é sinal que a temperatura está caindo, então o sistema não precisaria injetar mais água, até que eu novamente me certificasse que realmente a tendência da temperatura do moinho estava sendo reduzida. O sistema tinha que obedecer a esse tempo de espera e aguardar mais uns cinco minutos para ter certeza se a temperatura da máquina injetora está retornando à normalidade. Se a temperatura voltasse a aumentar, o sistema voltaria a injetar mais 500 litros d'água e, assim, sucessivamente. Eu penso que, assim, o automatismo ajudaria muito a gente aqui, se ele agisse gradativamente. Tanto injetando como cortando

água de forma gradativa, ou seja, se a temperatura se elevasse, ele enviaria gradualmente, de cinco em cinco minutos, mais 500 litros d'água e, também, deveria realizar o corte d'água, na mesma proporção que fora injetada. Quando eu estou trabalhando em manual eu faço é desse jeito. Aí, eu não corro o risco de ficar com muita ou pouca água na máquina injetora. Eu fico muito preocupado com essa questão de resfriamento da máquina injetora. Na verdade, o automatismo não me informa o que está acontecendo internamente com as cavidades do molde, com as matérias-primas, por exemplo: se o polímero está muito úmido, se seus grânulos estão fora das especificações do projeto, se está sujo, se está ficando degradado".

Fonte: Entrevista com o operador de máquina injetora

De fato, constatou-se nas observações que qualquer alteração de funcionamento da máquina injetora está relacionada com as variabilidades dos teores dos polímeros, da velocidade de injeção, das pressões, da precisão ou aferição dos automatismos, os quais podem provocar uma desestabilização na temperatura no sistema que diretamente ocasionará variações na qualidade e produtividade da fabricação dos telefones.

Foi analisada uma parte da verbalização referente à regulação automática quando o OP, em sua fala revelou: *"Aí, eu não corro o risco de ficar com muita ou pouca água na máquina. Eu fico muito preocupado com essa questão de resfriamento da máquina injetora"*.

Qual(ais) o(s) risco(s) da máquina injetora ficar com muita ou pouca água? Por que o OP fica preocupado quando há necessidade de resfriar a máquina injetora?

Mencionou-se que uma das atividades de trabalho do OP é manter a temperatura da máquina injetora na normalidade ou em marcha estável. Esse é o requisito principal para que o operador possa trabalhar em sistema automático. Que ele esteja estabilizado. Funcionando em automático, nas situações de elevações de temperatura (acima de 230⁰ C), a água é injetada, instantaneamente, para resfriar a máquina injetora. Porém, quando sua operação está automatizada, não há uma regulação fina no processo de resfriamento como é o desejo do operador. O sistema somente injeta ou corta a água dentro dos limites que são determinados ao operador, ou seja, a água é cortada com 219⁰ C e injetada com 231⁰ C. A indignação ou a maneira pela qual o OP não concorda está no volume fixo dos 1.000 litros d'água que é conduzido ou

cortado pelo automatismo. Na sua concepção, ele acha que o automatismo, às vezes, fica enviando água desnecessariamente. Por exemplo: se a temperatura está com 218°C (próxima de 219°C), era para o automatismo diminuir o volume de vazão ou a injeção d'água e isso não ocorre. Dessa forma, o risco que pode ocorrer é da máquina injetora conter mais água do que o necessário, e esse fato implicar no resfriamento demasiado ocasionando uma desestabilização, que, por sua vez, afetará o acabamento das peças e, conseqüentemente, a qualidade e produtividade da produção final.

Um exemplo de risco está associado à matéria-prima que alimenta a máquina injetora: o polímero. O polímero fica armazenado em sacos a céu aberto e absorve água. Em dias frios, é óbvio, ele umedece mais e acaba se descaracterizando dos padrões normais de industrialização. Quando ele é enviado para o processo de injeção, juntamente com as outras variáveis do sistema (velocidade de injeção, tempo do ciclo produtivo e pressão), resulta em instabilidade da temperatura da máquina injetora, fazendo com que o operador intervenha, constantemente, no controle da temperatura o que, por conseguinte, repercute nos parâmetros dos automatismos.

O OP disse que a reação das matérias-primas no processo de injeção pode comprometer a estabilidade da temperatura da máquina injetora e, logicamente, refletir no sistema geral afetando diretamente a qualidade e a produtividade das peças produzidas:

"Um fato que quase sempre acontece aqui, e que nos dá muita dor de cabeça é: se o polímero não estiver seco e de acordo com as especificações, a temperatura da máquina injetora fica baixa e ocasiona alterações nos parâmetros de temperatura. Aí, eu tenho que entrar com novas regulações no sistema. Quanto mais úmido estiver o material (polímero), mais dificuldade será sua injeção. Automaticamente, isso força mais a máquina, alterando o acabamento final das peças. A temperatura normal da máquina injetora é de 220°C a 230°C . Mas, quando o material está úmido, a temperatura da máquina injetora chega bem abaixo dos 220°C , atingindo, às vezes, 190°C a 195°C . Se o polímero estiver muito úmido e os canais do

molde (cavidades de enchimento) não estiverem quentes, é perigoso baixar até menos de 190° C. Aí, fica difícil segurar a máquina injetora" (Operador de máquina injetora).

Com o funcionamento da máquina injetora em automático, a atenção do OP tem que ser redobrada, principalmente com o fenômeno que ocorre com o polímero (pelo fato, às vezes, de estar úmido ou fora das especificações) *versus* a injeção automatizada de água. O conjunto de decisões a serem tomadas pelo operador requer uma série de ações interdependentes, por causa de influências que podem ocorrer no momento em que o polímero está sendo trabalhado.

Este conjunto de decisões e estratégias cognitivas desempenhadas pelo operador "[requer] a cada tarefa realizada, [que] o cérebro mude a própria estrutura, aperfeiçoando seus circuitos de modo que [o operador] fique mais apto à tarefa proposta" DOIDGE (2013, p.12).

Retirou-se uma parte da verbalização da entrevista acima com o OP, em que ele manifesta seu conhecimento prático em relação à variabilidade das matérias-primas.

"A temperatura normal da máquina injetora é de 220 a 230° C. Mas, quando o material está úmido, a temperatura da máquina injetora chega bem abaixo dos 220° C, atingindo, às vezes, 190 a 195° C. Se o polímero estiver muito úmido e os canais do molde (cavidades de enchimento) não estiverem quentes, é perigoso baixar até menos de 190° C. Aí, fica difícil segurar a máquina injetora".

De certa maneira, tais influências ocorrem de forma alheia à vontade do OP. Isso é um dos aspectos que aumenta suas ações e, consequentemente faz crescer a complexidade das tarefas para normalizar a produção (DAELE, 1989; PERROW, 1986).

Afirma PERROW (1999, p.19) que "a interação inesperada de múltiplas falhas geralmente gera acidentes [...] nos dispositivos [automatizados] devido à complexidade do sistema".

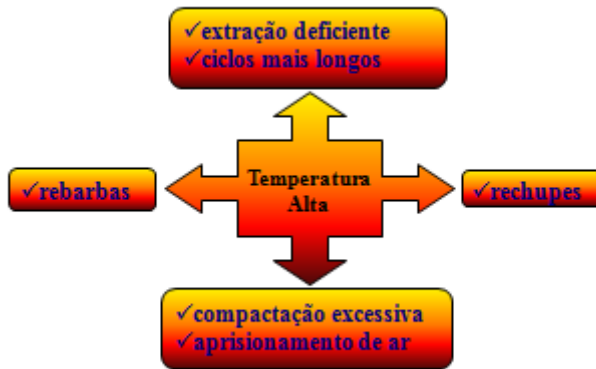
Observou-se, na empresa pesquisada, que, na atividade de trabalho do OP, a desregulação do tempo do ciclo produtivo, da velocidade de injeção, da pressão no equipamento ou a variabilidade do polímero pode desencadear outros disfuncionamentos na sequência produtiva das peças e, com isso, aumentar ainda mais a complexidade do sistema. Por exemplo: a temperatura da máquina injetora acima ou

abaixo da normalidade (220° a 230° C) acarretará o envio do polímero para as cavidades do molde de forma não compatível com as condições previstas. Se o material enviado estiver fora das especificações, afetará as cavidades do molde. Afetando as cavidades do molde, haverá aumento de peças defeituosas, conseqüentemente, acontecerá redução de produtividade e de qualidade nas peças produzidas.

Outro exemplo de interferência na temperatura da máquina injetora é o fator da temperatura interna do molde. A função do molde na máquina injetora é receber o polímero de forma injetável. Por isso, sua inserção nas cavidades do molde e os demais parâmetros no processo estão associados à temperatura de máquina injetora. Se o funcionamento da temperatura interna do molde estiver numa temperatura considerada acima do normal, pode perder a compactação e influenciar na modelagem das peças. Peças fora do *tempo de modelagem* significam peças fora das especificações e dos parâmetros determinados.

Uma alta temperatura na superfície do molde, por exemplo: torna as extrações das peças com erros, os ciclos produtivos aumentam, há possibilidade do aparecimento de rebarbas e rechupes, reduz tensões internas, produz superfícies mais brilhantes, minimiza as linhas de junção e de fluência do polímero. Estas altas temperaturas também requerem extensos ciclos de moldagem que permitirão “solidificar” o polímero para poder expulsar a peça do molde suficientemente rígida para evitar deformações. Acima da temperatura estipulada a peça não manterá sua forma e dimensões ao ser extraída. A temperatura mínima da superfície do molde sugerida para polímero oscila entre 45 a 65°C; abaixo destes níveis teremos altas tensões de moldagem (por orientação e choque térmico), problemas de encurvamento e de pobre aspecto superficial. A temperatura ideal deve ser um meio termo entre estes dois extremos. Note-se que estas são temperaturas da superfície do molde e não dos canais de circulação de água. A figura 25 ilustra, resumidamente, as principais influências da temperatura alta no molde da peça injetada.

Figura 25: Influências da temperatura alta no molde da peça injetada



Fonte: Elaborada pelo autor (2013)

As temperaturas mais baixas também causam desestabilidade no preenchimento das cavidades do molde que permitem ciclos mais rápidos tem a desvantagem de causar tensões internas, peças com falta de brilho e linhas de junção muito marcadas. Os moldes frios podem produzir rupturas na extração das peças. Um resumo das principais influências da temperatura baixa no molde da peça injetada é apresentado na figura 26.

Figura 26: Influências da temperatura baixa no molde da peça injetada



Fonte: Elaborada pelo autor (2013)

Quando essas situações ocorrem, é mais um fator de complicação para o OP. A situação da variabilidade da temperatura interna do molde é revelada mediante testes de controle de qualidade das peças produzidas elaborado pelo setor de controle de qualidade. Após a realização dos testes, o pessoal do setor de controle de qualidade informa ao OP as condições em que foram produzidas as peças. Mediante os resultados, por exemplo, se uma peça demonstrar um comportamento diferente das especificações, o OP tem que intervir no processo da máquina injetora para reduzir a temperatura da máquina até que a mesma retome a normalidade, para que, assim, ele possa controlar também a variabilidade da temperatura interna do molde. Por outro lado, se o OP reduzir a temperatura da máquina injetora abaixo dos 220⁰ C, a máquina injetora ficará *mais fria*, ocasionando uma tendência de resfriamento. O resfriamento da máquina injetora torna-se um incidente de risco em todo o processo de fabricação, porque altera a qualidade e a produtividade das peças provocando defeitos em seus acabamentos.

Por isso, ocorrendo esse tipo de distúrbio, é natural a preocupação do OP. Quando ele se preocupa com o resfriamento da máquina injetora, é porque conhece a trajetória que a produção tem que percorrer. O OP sabe que, se não agir no momento exato, o problema poderá ser ainda maior no final do processo.

O exemplo de variabilidade da temperatura interna do molde é um dos aspectos que torna a tarefa do OP mais difícil, devido às interações da temperatura no preenchimento das cavidades do molde com a complexidade do sistema. Segundo PERROW (1986), as interações em conhecer o que se passa na sequência produtiva (linear) e aquelas fora da sequência (não previstas), provocadas pelas reações térmicas ou pelas ocorrências de falhas imprevisíveis (eventos) nos equipamentos é que caracterizam a complexidade de um sistema.

Essas variações inesperadas ou emergenciais nos lembram uma das afirmações de BALCONI (2002, p.362), quando ela expressa que

os operadores devem estar sempre [de vigilância] em razão das anomalias que ocorrem no funcionamento dos [automatismos] e intervir rapidamente quando a informação é mostrada no painel do computador e revela algum problema.

Em situações de imprevisibilidade, o OP tem que tomar decisões rápidas (em tempo real) para que a extensão do problema não afete o

sistema como um todo. Somente as informações das telas, dos alarmes, dos gráficos de controle de temperatura da máquina injetora e dos dados brutos do sistema não são suficientes para que ele tome a decisão. Em determinadas situações, ele tem que se articular com o pessoal do departamento de Engenharia de Processos.

A busca para normalizar determinadas situações de imprevisibilidades no contexto da sua atividade de trabalho o OP realiza:

inferências [consistentes] na produção de novas informações a partir das informações existentes na memória, a saber: os conhecimentos, e, as informações precedentes da situação. Elas são de dois tipos. Algumas têm por finalidade a compreensão: contribuem para as representações. As outras têm uma finalidade pragmática: produzem objetivos de ações, planos ou séries de ações [decisões] FIALHO (2011, p.72).

Um caso ilustrativo, observado foi a seguinte situação: na tela de controle de um dos monitores da máquina injetora, o OP detectou que o sensor do automatismo acusava que um dos canais de preenchimento do molde estava bloqueando a velocidade de injeção e, na verdade, lá no lugar onde o sensor funciona, o que apresentava defeito era outra coisa. Era a pressão de injeção que estava alta. Conforme é de praxe, o OP argumentava pelo rádio que um dos canais de preenchimento do molde estava com defeito e era para o pessoal do departamento de Engenharia de Processos tomarem as medidas, tais e tais, senão, todo o sistema poderia alterar, comprometendo o acabamento das peças produzidas; mas o pessoal do departamento de Engenharia de Processos respondia que tudo estava normal. Que eles tinham consultados os dados de construção da peça e que era para estar tudo correto. O OP tentava controlar sua ânsia para resolver o impasse e, de olhar fixo no visor da tela da máquina, a todo instante, repetia a mesma comunicação, agora com muito mais detalhes, e as respostas do pessoal do departamento de Engenharia de Processos continuavam as mesmas. Gradativamente, eram notórios como seus gestos mudaram, como seus olhos ficaram arregalados e, com o tempo passando, o problema não resolvido aumentava, ocasionando um aumento no seu tom de voz. Após diversas

intervenções via rádio, o engenheiro foi até no posto de trabalho do OP e viu que realmente o problema era sério. Algumas horas depois, o engenheiro retorna ao posto de trabalho do OP e verbaliza.

"Já descobrimos o que foi que ocasionou isto tudo. Após fazermos vários testes no molde, nas velocidades, nas pressões e nos tempos dos ciclos produtivo, em cada sensor, verificamos que era um dos sensores eletrônicos que não estava bem ajustado e, além disso, encontrava-se na posição invertida. Por isso, emitia informações erradas" (Engenheiro do departamento de Engenharia de Processos).

Esta fala comprova o que expressa TEIXEIRA (2013, p. 15) sobre a elaboração de um sistema que apóie aos OPs no processo de busca de informação onde o mesmo:

resume em quatro definições uma abordagem generalista sobre as preocupações do estudo da Arquitetura de Informação. Ainda assim, para ele, pode-se relacionar a Arquitetura da Informação como:

- o design estrutural para o compartilhamento de informações com o objetivo de facilitar as tarefas em um ambiente intuitivo;
- a combinação entre sistemas de navegação para *Web sites e intranets*, rotulagem e busca;
- a arte e a ciência da modelação da informação de produtos e experiências, oferecendo suporte à boa usabilidade e acessibilidade;
- uma disciplina emergente e uma comunidade de prática profissional focadas em trazer os princípios do design e da arquitetura para o cenário digital.

Aborda-se nas páginas seguintes, quando o OP comprova a instabilidade da temperatura da máquina injetora, e utiliza como

alternativa os diálogos com o OPP para retomar a operação da máquina injetora para o sistema *em manual*.

Observou-se que, na decisão de operar o controle da temperatura da máquina injetora em manual, o OP depende de diálogos com o OPP sobre:

1. características das matérias-primas (polímero úmido ou de má qualidade);
2. variabilidades dos tempos dos ciclos produtivos, velocidades de injeção e pressões;
3. regulação de injeção d'água;
4. acabamento das peças produzidas.

Em seguida será discutida a operação do sistema em manual. Focalizou-se a troca de informações entre o OP e o OPP para colocarem a máquina injetora dentro da faixa de normalidade. Os diálogos com o pessoal da área de processos se transformam na base principal para controlar a temperatura da máquina injetora. O conteúdo dos diálogos e as suas qualidades obtidas nessa investigação representam a eficiência das intervenções do operador para manter a máquina injetora estável.

4.7.4.2 O procedimento operacional da temperatura da máquina injetora em *manual*

O caso em debate, a passagem do sistema automático para manual é decidida quando o OP confronta os dados do sistema automatizado com as informações do pessoal da área de processos e constata que o processo de injeção está desestabilizado.

Além disso, o OP não pode se esquecer das normas técnicas e das instruções de trabalho (regras da empresa). A irregularidade no processo de injeção é também prevista na descrição da norma. É prescrito que o OP deve operar em *manual* de acordo com norma (Temperatura da máquina injetora em manual), alínea a, transcrita a seguir.

4.7.4.2.1 Norma da temperatura da máquina injetora em *manual*

- a) sempre que houver qualquer perturbação no processo de injeção de polímeros que leve a desajustes, devemos trabalhar com a alimentação da máquina injetora em manual até estabilizá-la.

Destaca-se agora o procedimento operacional - operação contínua da máquina injetora, referente ao procedimento manual.

O OP encontra dificuldade para controlar a temperatura da máquina injetora em automático quando há qualquer distúrbio no

processo de moldagem. Sua atenção está sempre voltada para a alimentação das matérias-primas, por exemplo, a injeção de polímeros com a temperatura acima de 230° C, velocidade de injeção, preenchimento indevido dos polímeros nas cavidades do molde, polímeros fora das especificações etc.. Observou-se que, nessas situações, ele tem que escolher qual das telas irá monitorar (temperatura da máquina injetora ou temperatura do molde). Optando por qualquer uma das duas, uma ficará sob a supervisão do automatismo, que aciona os alarmes. O problema é que o automatismo toma a decisão somente de injetar ou cortar a água e apenas emite os alarmes. Por exemplo: quando o alarme indica um distúrbio na temperatura da máquina injetora e esse aviso chega ao seu campo de visão (tela de sinóticos do sistema automatizado da máquina), a primeira ação que o OP toma é transferir toda a sua atenção para a tela da máquina injetora para verificar o que pode estar interferindo na temperatura da máquina e deixa a tela da temperatura do molde de lado.

Ressalta-se que, quando surge o alarme, as variáveis de controle do processo já se encontram desajustadas em relação às condições normais de moldagem. Dessa forma, torna-se evidente a comprovação dos limites de atuação do automatismo. Concordamos com LIMA e SILVA (2001), quando os autores afirmam que o sistema automático, constituído de regras e estados possíveis de um domínio funciona até o momento em que algo de imprevisto ocorre.

Situações eventuais ou de imprevisibilidades são aquelas que acontecem de forma inesperada, que desestabiliza a normalidade do sistema de produção. A atividade de trabalho do OP consiste em estar em constante expectativa atenta, buscando enfrentá-las quando de sua ocorrência.

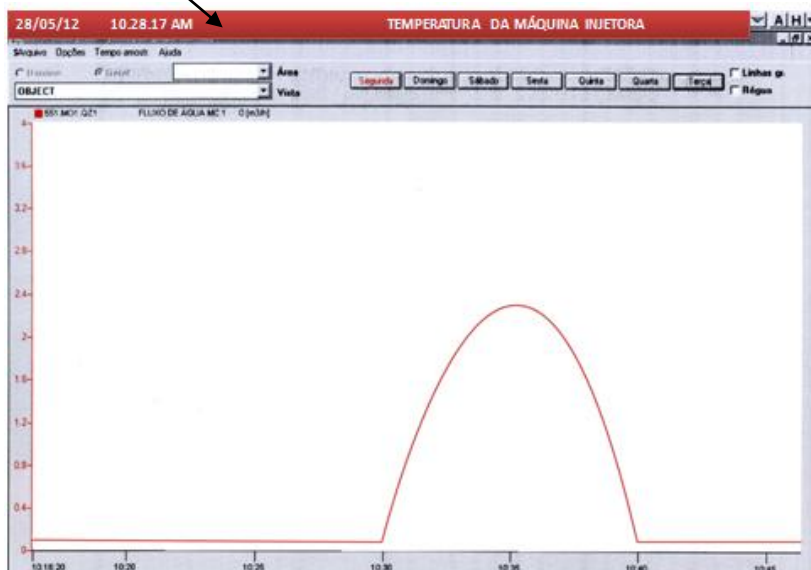
O confronto com um evento envolve três procedimentos:

- a) *antes do evento*: antecipação parcial que permite ao operador se preparar para a ocorrência do evento;
- b) *durante o evento*: intervenção sobre o evento sob pressão temporal;
- c) *depois do evento*: reflexão sobre o ocorrido, buscando compreender e analisar causas e motivos do evento e aprimorar representações para evitar que voltem a ocorrer. Estes três momentos (antes, durante e depois) podem delinear um circuito

completo de aprendizagem dinâmica, podem permitir, por exemplo, que graças a análises sistemáticas das panes, os trabalhadores aprendam muito sobre o funcionamento das máquinas ZARIFIAN (2001, p. 41).

Constatou-se o exemplo de uma situação imprevisível, onde o OP, para sanar o problema, realiza comunicações com o OPP via rádio. O OP estava consultando as telas da máquina injetora se sua temperatura apresentava normalidade, ou seja, se estava com 225° C. Segundos depois, notou que a temperatura da máquina tinha aumentado inesperadamente para 250° C. Essa constatação foi transmitida via alarme da tela que representa o fluxo da vazão de água do equipamento que faz o resfriamento da máquina. A figura 27 mostra a tela de representação gráfica do fluxo da vazão de água. Estão representados na tela os valores do fluxo da vazão de água (eixo Y) vs. os horários correspondentes (eixo X). Veja a tarja vermelha na parte superior da figura x, na qual o alarme chama a atenção do operador para a temperatura da máquina injetora. Isso ocorreu no dia 28 de maio de 2012, por volta das 10 h 28 min.

Figura 27: Representação gráfica dos valores do fluxo da vazão de água
Alarme



Fonte: Empresa pesquisada (2012)

Diante desse imprevisto, imediatamente o OP acionou o OPP pelo rádio para verificar o que estava acontecendo com a temperatura da máquina injetora. Reproduzimos no quadro 7, o diálogo entre o OP e o OPP sobre a elevação da temperatura da máquina injetora.

Quadro 7: Extrato de entrevista do OP com o OPP sobre a elevação da temperatura da máquina injetora

OP: "Atento OPP, preciso de sua ajuda".

OPP: "Ok, pode falar".

OP: "Ó, eu tô aqui consultando a tela da máquina injetora. Dá uma olhada na alimentação do fluxo de vazão d'água aí, prá nós. A temperatura da máquina injetora aumentou, de repente, pra 250^o".

OPP: "Ok, já vou te ajudar".

OP: (...)

OPP: "Atenção OP".

OP: "Fala OPP".

OPP: "Ó eu tô aqui atrás da máquina. Ela tá muito quente. Só d'eu passar aqui perto do refrigerador de temperatura [referindo-se ao equipamento de resfriamento da máquina] eu tô vendo funcionar, o meu corpo sente que ele tá numa quentura danada. Fora do normal".

OP: "Falô, OPP. Vou sair do automático, tá ?"

OPP: "OK, acho que é a melhor coisa que ocê deve fazer".

OP: "Vamos controlar esse troço no manual, tá ?"

OPP: "OK".

OP: "Ô, OPP".

OPP: "Fala OP".

OP: "Já tô trabalhando com a temperatura em manual. Tá certo?".

OPP: "Certo".

OP: "Abre mais o registro do fluxo de vazão d'água. Dá uma meia volta nele. Vamos esfriar isso rápido [referindo-se à temperatura da máquina injetora]. Senão isso pode complicar ainda mais a nossa vida".

OPP: "OK, vou fazer isso agora".

(Dez minutos depois ...)

OP: "Atento OPP".

OPP: "Fala OP".

OP: "Volta o registro do fluxo de vazão d'água pra posição anterior. Parece que a máquina tá caindo a temperatura. Tá com 235⁰ C agora. Vamos esperar mais uns cinco minutos, OK ?".

OPP: "Falô OP".

(Cinco minutos depois ...)

OP: "Atento OPP".

OPP: "OK OP".

OP: "A temperatura voltou ao normal. Tá agora com 225⁰ C. Tá boa demais !".

Fonte: Comunicação entre os operadores

Após esse diálogo, realizou-se a autoconfrontação, a qual se encontra reproduzida no quadro 8.

Quadro 8: Entrevista de autoconfrontação sobre a mudança da operação do sistema automático para manual

P: Como você sabe que esse é o momento certo de mudar a operação do sistema de automático para manual?

OP: "Eu sempre, quando estou trabalhando, fico de olho na tela de sinóticos para ver se existe a emissão de algum alarme. Fico verificando

todos os parâmetros, se estão nos limites estipulados. Vejo, principalmente, a pressão da injeção dos polímeros, a velocidade de injeção, o grau de enchimento dos polímeros, o funcionamento das dosagens das matérias-primas, a temperatura do molde, o comportamento dos equipamentos etc. Eu posso, ainda, por exemplo, ver a tendência da temperatura da máquina injetora através de gráficos, relatórios que são emitidos pelo sistema automático. Nesse caso que acabou de acontecer, você viu, né? Eu fui avisado, automaticamente, pelo alarme do automatismo. Você viu a tarja vermelha me avisando que havia problema com a temperatura da máquina injetora? Aí, eu fui verificar a temperatura da máquina e, vi que ela tinha subido, assim sem mais nem menos, pra 250⁰ C. Quando ocorrem essas elevações de temperaturas, inesperadas, eu não posso ficar esperando a injeção d'água automática. Eu tenho que agir na hora, imediatamente. Por isso, eu recorri ao meu colega da área de processos para me ajudar a conferir o que estava acontecendo com a temperatura. Lá atrás da máquina ele sacou tudo. Até pelo cheiro diferente da máquina ele sabe se está boa pra ser injetada ou não. Você ouviu né, ele me avisando que o próprio corpo dele sentiu que só dele passar perto do refrigerador de temperatura ele notou que ele estava muito quente. Depois que ele me informou toda a situação do equipamento de resfriamento de temperatura da máquina e, até mesmo, por questão de norma da empresa, eu decidi retomar a operação da moagem para manual".

P: Quando você passou a operar o sistema em manual, você pediu ao operador de processos produtivos para ele abrir mais o registro d'água. Disse que era para ele dar uma meia volta no registro. Como você sabe que girar meia volta no registro é a ação correta?

OP: "Aí é que está, deixa eu te explicar. Antes d'eu vir pra cá [referindo-se ao cargo de operador de máquina injetora], eu, primeiro entrei aqui como estagiário do departamento de injeção. Eu ficava perto do operador de máquina injetora e do líder de produção, via como eles faziam as coisas. Eu fiquei lá com eles quase um ano e meio. Deu tempo de pegar alguns macetes com eles, como, por exemplo, girar meia volta no registro d'água para controlar a temperatura da máquina injetora, trabalhar com a velocidade de injeção, os tempos de ciclos produtivos, as pressões etc. Naquela época, eu dava tudo o que tinha pra aprender, porque, na hora que terminasse o estágio, eu queria ser admitido. Depois eu pedi pra ir pro setor de controle de qualidade. Fiquei por lá mais uns seis meses. Quando estava terminando o estágio, eles me fizeram a proposta, se eu queria trabalhar aqui no departamento de injeção. Claro

que aceitei e hoje estou aqui, no departamento de injeção. Mas não é só isto que eu quero dizer. Sempre que tem algum problema diferente que eu, às vezes, não sei, por exemplo, nas paradas de manutenção ou alguma situação nova diferente da rotina, eles [pessoal da área de processos] me falam tudo. Te falei isso tudo pra te responder e justificar que eu pedi ao colega da área de processos pra dar meia volta no registro d'água, porque eu vi esse procedimento dando certo lá no local. Quando acontecem esses casos do equipamento de resfriamento da máquina injetora ficar muito quente, o sistema desestabiliza e pode afetar toda produção. Isso é a prática mesmo. Só quem passou por isso é que sabe que é assim que deve ser feito".

Fonte: Entrevista com o operador de máquina injetora

Essas interações do OP com o OPP nos mostram que este conhecimento informal não está escrito, não está nas normas e tampouco foi formalizado no sistema automático, mas simplesmente circula entre os operadores.

LIMA e SOUZA (1995, p.7) acrescentam,

"o saber informal [...] cuja gênese se dá em meio à variabilidade quase infinita (e microscópica) das situações reais de trabalho [...] dificilmente [será] traduzível em regras abstratas, que orientam o planejamento e a concepção dos sistemas de produção".

O conhecimento informal pode ser constatado (na pesquisa) quando o OP verbalizou: *"girar meia volta no registro d'água para controlar a temperatura da máquina injetora"* e optou por trabalhar com o procedimento manual para controlar a temperatura da máquina injetora. Quando ele tomou a decisão de operar o sistema em manual, foi com o objetivo de garantir a produtividade e a qualidade da produção. Essa verbalização do OP é outro exemplo de uma ação polimórfica. E é essa ação polimórfica que complementa a ação mimeomórfica (COLLINS; KUSCH, 1998), ou seja, é a ação maior que o OP executa que é a de controlar a temperatura da máquina injetora. Para ilustrar como ocorre uma ação polimórfica, tomemos um dos exemplos dos autores citados,

o giro de taco de golfe, em parte realiza um tipo de ação maior do que a ação de jogar golfe. Jogar golfe [é uma ação mimeomórfica] inclui ações, tais como: negociar com a pessoa que carrega o taco de golfe [*caddy*], estimar as distâncias, julgar as condições do vento, coordenar as resistências e fraquezas do adversário, torcida etc. [são ações polimórficas] COLLINS; KUSCH (1998, p.51).

Neste estudo, o OP exerce uma ação análoga à de jogar golfe. Por exemplo, para controlar a temperatura da máquina injetora (ação mimeomórfica), ele verifica nas telas de informações a tendência da temperatura, avalia a umidade dos polímeros, o teor do polímero, confere a velocidade de injeção, as pressões, os tempos do ciclo produtivos etc. (ações polimórficas). Nesse sentido, o OP é que complementa as limitações do sistema automatizado.

Essas mobilizações de estratégias operatórias não contidas nas atividades maquinais e nem nas normas quando da sua objetivação é que corrigem o disfuncionamento ou as deficiências dos automatismos.

Esses modos operatórios, bem como,

a forma de decisão utilizada pelo trabalhador para atingir os objetivos propostos pelos dirigentes está intrinsecamente relacionada ao processo de regulação na atividade do trabalho. Parte-se do pressuposto de que sempre existe um distanciamento entre o que é prescrito ao trabalhador e atividade que ele realmente realiza a partir dos recursos que estão disponíveis, das individualidades de cada membro da organização, das regras, normas e procedimentos vigentes. O trabalhador precisará continuamente gerir as variabilidades ali presentes para atingir as metas previamente estabelecidas. Para a Ergonomia, esse processo de gestão é denominado regulação do trabalho FERREIRA FILHO; GONTIJO (2013, p. 4).

Tais saberes ou conhecimentos práticos estão vinculados às experiências e ao tempo de trabalho, em que os OPs incorporaram situações concretas, tais como gestos, *macetes*, verbalizações dos colegas como, por exemplo, sobre as características de um equipamento que está muito quente, polímeros úmidos, barulhos dos equipamentos, variabilidades no acabamento de peças.

O conjunto de recursos assim acumulados e coletivamente partilhados pelos trabalhadores é o que faz a fábrica funcionar (DEJOURS, 2000). O trecho em que o OP afirma que *"deu tempo de pegar alguns macetes com eles, como, por exemplo, girar meia volta no registro d'água para controlar a temperatura da máquina injetora"* confirma como ele conseguiu solucionar o problema da elevação inesperada da temperatura da máquina.

Vamos analisar outra fala do OP no texto acima, quando ele revela:

"Quando acontecem esses casos do equipamento de resfriamento da máquina injetora ficar muito quente, o sistema desestabiliza e pode afetar toda produção".

Para compreender essa fala do OP, resolvemos indagá-lo. O quadro 9 ilustra a autoconfrontação sobre a desestabilização do sistema.

Quadro 9: Entrevista de autoconfrontação sobre a desestabilização do sistema

P: Como você sabe que, se o equipamento de resfriamento da máquina injetora ficar muito quente, o sistema desestabiliza e pode afetar toda produção?

OP: "Eu sei por que eu já estou acostumado com este tipo de coisa. Aqui, é tudo uma seqüência. Se está dando problema aqui, lá na frente vai ser afetado. Se eu estou com problema com o resfriamento da máquina ou qualquer matéria-prima fora das especificações aqui na injeção, conseqüentemente a temperatura da máquina injetora vai fugir dos parâmetros especificados, porque o equipamento que resfria a máquina ou o material que está sendo injetado não está dentro da normalidade. Aí vai alterar a qualidade das peças e a produção. Quando acontece isso, a coisa embanana, porque o acabamento das peças sai da

faixa de especificação. Aí, Deus me livre. Você viu, né, o que aconteceu há umas horas atrás [referindo-se a situação de elevação da temperatura da máquina injetora em razão do equipamento de resfriamento da máquina ter esquentado muito]. A temperatura foi lá pra 250° C. Imediatamente acionei o operador de processos produtivos. Saí do automático e fui pro manual [referindo-se à passagem da operação do procedimento automático para o procedimento manual]. Por isso, eu tento solucionar o problema aqui, antes que ele aumente. Senão ...".

Fonte: Entrevista com o operador de máquina injetora

Ou seja, é uma atividade de prevenção. Podemos considerar que ela representa o saber prático do OP. Para MORAY (1986, p.289) os operadores usam os "movimentos de memória" para dar conta de controlar o processo. O operador, baseando-se nos frutos de sua experiência de trabalho, lembra ações vividas como na situação de que uma alteração na temperatura da máquina injetora pode desestabilizá-la e comprometer todo o fluxo do processo de moldagem, porque a qualidade e a produtividade finais do produto estão relacionadas com o controle do processo.

Neste contexto, no efetivo funcionamento da atividade de trabalho do OP, são, mobilizados recursos de um armazenamento de estratégias cognitivas que estão depositados no seu saber prático. Esses recursos cognitivos germinaram e desenvolveram ao longo da sua história no trabalho, em sua trajetória de vida profissional. O uso dessas habilidades incorporadas pelos OPs, que emergem aqui e ali é que sustenta a normalidade da produção no mundo do trabalho.

No próximo capítulo, serão realizadas as considerações finais e recomendações.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo buscou-se concretizar as considerações finais de forma a concluir o estudo, respondendo os objetivos propostos inicialmente.

Os questionamentos de investigação propostos inicialmente para este trabalho foi de analisar *como* os OPs de máquinas injetoras de termoplásticos agem diante das variabilidades e imprevisibilidades que ocorrem no exercício de sua atividade de trabalho em uma indústria de centrais telefônicas, telefones e centrais de condomínios.

Mostrou-se nesse trabalho quais as estratégias que os OPs utilizam para buscar a normalidade de funcionamento do sistema de máquinas injetoras termoplásticos.

Na apresentação dos resultados e da discussão, adotou-se a estratégia de mostrar os resultados encontrados realizando a autoconfrontação da literatura que foi utilizada através de autores que já trabalharam os temas investigados, bem como as verbalizações dos OPs.

A intenção da pesquisa foi descrever ações cognitivas e intervenções que são exigidas aos OPs quando eles, na sua ação real de trabalho, complementam a ineficácia do SA das máquinas injetoras.

Os SA das máquinas injetoras não deveriam dificultar a atividade do OP e sim fornecer as informações necessárias, em tempo real (*on line*) ao processo operacional dos equipamentos e materiais, bem como das variáveis digitais, no sentido de propor meios para trabalhar no sistema de forma rápida, segura e eficiente.

Comprovou-se no posto de trabalho, quando ocorre anormalidade de funcionamento com o SA das máquinas injetoras são os OPs que mantêm as informações das especificações, dentro dos padrões estabelecidos dos SA das máquinas injetoras e realizam ações cognitivas constantes no sistema, por que

[...] o erro ou a falha não procedem da negligência ou da incompetência dos operadores. Elas procedem, sobretudo de um erro ou de uma insuficiência da concepção [do sistema] e da prescrição DEJOURS (1999, p.24).

Confirmou-se nesta pesquisa que esta afirmação é verdadeira.

Neste trabalho, foi possível identificar porque os operadores operam com o procedimento manual quando foi instalado um sistema automático para auxiliá-los na operação do funcionamento da máquina injetora.

Verificou-se que os OPs, em determinadas situações, operam com o procedimento manual porque o sistema automatizado apresenta restrições devido a uma complexidade intrínseca de próprio sistema. Este sistema é incapaz de operar sem a intervenção ativa dos OPs. Os OPs, ao se defrontarem com as insuficiências do sistema, recorrem às alternativas para garantir a normalidade da produção. Somente os OPs são capazes de corrigir as anomalias formulando respostas sobre os disfuncionamentos presentes e ir gradativamente testando essas respostas: eliminando algumas e confrontando outras. Isto se dá numa sequência contínua, pois, a cada ação tomada, os OPs obtêm um *feedback* que irá orientá-lo: persistir na resposta ou abandoná-la.

As análises apresentadas mostraram a necessidade das intervenções dos OPs no sistema da máquina injetora, no qual sua tarefa principal é buscar a normalidade do equilíbrio entre a produtividade e a qualidade das peças a serem produzidas respeitando as normas e as especificações determinadas pela empresa.

O impacto das variabilidades e imprevisibilidades que ocorrem no dia a dia do sistema de produção cabe ao OP dar conta da gestão da produção entrelaçada à gestão da qualidade do bom acabamento das peças. Logo, as tarefas englobam as responsabilidades intrinsecamente relacionadas de produtividade e qualidade, garantindo o valor do produto e sua contínua produção nos padrões que já vêm prescritos pelo Departamento de Engenharia de Processos, ou seja, externamente, ao seu posto de trabalho.

Procurou-se neste trabalho mostrar que os automatismos investigados no Departamento de Injeção mostram limitações e limites, não realizando as regulagens de forma similar como agem os OPs quando ocorrem eventos, falhas nos equipamentos, falhas de informações e variabilidade das matérias-primas.

A máquina injetora é desestabilizada por oscilações nas variáveis de controle, principalmente na temperatura (que demandam intervenções para o retorno aos valores especificados), por imprevistos e por oscilações nas características dos polímeros (por mudanças climáticas, por exemplo, etc.).

Nesse contexto, os dados analisados e apresentados permitiram concluir que os *ajustes finos* e ou *gradativos* (não incorporados de maneira adequada no sistema automatizado) que se fazem necessários

para manter o funcionamento da máquina injetora são realizados pelos OPs. Eles é que garantem a eficiência do processo produtivo.

Pode ser comprovada numa situação de imprevisibilidade no sistema automatizado, a qual ocorreu em um diálogo entre o OP e o OPP extraído do quadro 7 deste estudo. O OPP percebeu um defeito imperceptível ao olhar dos desenvolvedores do sistema automatizado sobre a elevação da temperatura da máquina injetora. Eis seu depoimento: "Ó eu tô aqui atrás da máquina. Ela tá muito quente. Só d'eu passar aqui perto do refrigerador de temperatura [referindo-se ao equipamento de resfriamento da máquina] eu tô vendo funcionar, *o meu corpo sente que ele tá numa quentura danada*. Fora do normal". Isso demonstra que na sequência do ciclo do processo produtivo é exigido do trabalhador experiente que aja com suas capacidades de ação, percepção de sinais de desvios, falhas, panes e eventos, tidas como capacidades de abstração. Estas estão intimamente atreladas a uma mobilização de estratégias cognitivas e, de fato, associadas em sua experiência corporal.

Por mais que os conceptores do sistema automatizado e das normas almejem modelar o comportamento dos OPs para os automatismos, não conseguiram traduzir inteiramente o conhecimento prático ou o saber situado, os quais efetivamente são mobilizados para suprir as deficiências do processo produtivo.

Ao finalizar este trabalho, é importante frisar a fala de um dos OPs, na qual ele revelou a ineficácia do sistema automatizado numa determinada situação de elevação da temperatura da máquina injetora dizendo que o "automatismo não funciona direito. Ele só envia e corta a água. Ele não regula a água de forma proporcional à temperatura".

Diante desse quadro, constatou-se, por meio das situações exemplificadas e dos depoimentos dos operadores, que nos acontecimentos inesperados, nas falhas de equipamentos ou na variabilidade das características dos polímeros são exigidas do operador as intervenções ou regulações para cobrir as lacunas do sistema automatizado. Nos diálogos dos operadores registrados neste trabalho, um dos OPs afirmou: "Quem sabe um dia eles [referindo ao pessoal do departamento de Engenharia de Processos] colocam esses sistemas automáticos do jeito que a gente quer. Isso sim iria facilitar o nosso trabalho".

Considera-se que a proposta inicial de nossa pesquisa foi alcançada. Este trabalho apontou que o sistema automatizado do Departamento de Injeção apresenta deficiências, as quais são supridas pelos OPs via conhecimento prático. Na pesquisa, observou-se que o saber prático ou as habilidades cognitivas são exigidas dos operadores

como forma de ultrapassar as fronteiras e as insuficiências configuradas no sistema automatizado, as quais não foram incorporados no sistema.

Confirmou-se neste trabalho como o Departamento de Engenharia de Processos pode utilizar-se da Análise Ergonômica do Trabalho para melhorar a concepção de seus projetos, levando em consideração a atividade real de trabalho de seus usuários. Como a ergonomia e os usuários dos automatismos podem minimizar as falhas de configuração dos SA das máquinas injetoras.

Propõem-se, procedimentos de melhorias para auxiliar os OPs na sua atividade de trabalho, as seguintes recomendações:

- a) Responsáveis pelo sistema de automatização do Departamento de Injeção inserissem um sensor na entrada do funil de alimentação da máquina injetora, de modo que transmitisse em tempo real informações para o painel da máquina indicando o grau de umidade dos polímeros. A antecipação das informações sobre o grau de umidade dos polímeros facilitaria o trabalho dos OPs reduzindo suas ações em relação ao controle da temperatura da máquina injetora. Para minimizar ou eliminar este problema outras sugestões seriam: a) aquisição de equipamentos de secadores desumidificadores; b) melhorar a forma de armazenamento; c) fechar as embalagens adequadamente e, d) manter o funil alimentador sempre fechado;
- b) Responsáveis pela gestão do sistema automatizado reavaliassem os *softwares* e os *hardwares*, no sentido de se *aproximar* das regras práticas de controle utilizadas pelos OPs no sistema de injeção em especial: o sensor do dispositivo automático de controle da temperatura da máquina injetora que injeta e corta água de forma lenta ou brusca não graduando como faz o OP numa dada situação quando opera com procedimento manual. Para a reavaliação do sistema, é necessária a participação dos OPs, uma vez que eles é que detêm o conhecimento prático do sistema.

Finalizando, reconhece-se que seria necessária uma compreensão mais nítida de como as atividades cognitivas dos operadores são utilizadas na sua rotina de trabalho para garantir a confiabilidade e eficiência do sistema automatizado do Departamento de Injeção.

5.2 RECOMENDAÇÕES FUTURAS

Após a conclusão da pesquisa será elaborado um relatório para os dirigentes da empresa pesquisada, contendo recomendações e sugestões que se fizerem pertinentes à melhoria de funcionamento do SA das máquinas injetoras.

Este trabalho cumpriu o que foi proposto. Considerando a delimitação do estudo colocada inicialmente, outras questões aparecem e poderão ser objeto de trabalhos futuros. Questões até onde o saber prático dos operadores pode ser codificado em parâmetros compreensíveis para o sistema automático, ou ainda, as estratégias utilizadas pelos operadores diante dos eventos necessitam um estudo mais detalhado e, como os comportamentos formalizáveis devem ser articulados via concepção e configuração do sistema de controle às ações humanas sem criar obstáculos que dificultem a atividade de operação.

Reconhece-se que o tema é interessante e vasto. Portanto, acredita-se que as recomendações referentes às mudanças e as reavaliações de melhorias das condições de trabalho sejam reconhecidas e cumpridas por parte dos usuários dos SA das máquinas injetoras e que, o estudo aqui apresentado possa motivar outras pesquisas.

6 REFERÊNCIAS

ABERGO. Associação Brasileira de Ergonomia. **Classificação do entendimento em Ergonomia**. Disponível em: <www.abergo.org.br>. Acesso em 02/ agosto/ 2012.

ABIPLAST. Associação Brasileira da Indústria do Plástico. **Perfil Plástico da Indústria Brasileira de Transformação de Material Plástico – 2012**. Disponível em: www.abiplast.org.br. Acesso em 15 de junho de 2013.

ABRAHÃO, JÚLIA ISSY et al. **Introdução à ergonomia: da prática à teoria**. São Paulo: Blucher, 2009.

ABRAHÃO, JÚLIA ISSY. Reestruturação produtiva e variabilidade do trabalho: uma abordagem da ergonomia. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, 16 (1), 49-54, jun-abr, 2000.

AURÉLIO. **Novo Dicionário Eletrônico Aurélio da Língua Portuguesa versão 5.0**. 3ª Ed. Editora Positivo Informática Ltda, 2011.

ANDRADE, ARNALDO ROSA DE. **Planejamento estratégico: formulação, implementação e controle**. São Paulo: Atlas, 2012.

AZEVEDO, BEATRIZ MARCONDES DE. **Regulação no trabalho e processos decisórios na atividade de Promotores de Justiça em Santa Catarina**. Tese Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Florianópolis, SC, 2010.

BAINBRIDGE, LISANNE. Ironies of automation. In: RASMUSSEN, J.; DUNCAN, K.; **New technology and human error**. New York: John Wiley, 271-283, 1987.

BALCONI, MARGHERITA. Tacitness, codification of technological knowledge and the organisation of industry. **RESEARCH POLICY-A journal devoted to research policy, research management and planning**. **Research Policy**. North-Holland-Amsterdam, v. 31, n. 3, 357-379, 2002.

BAKER, JEFFREY J. W. **Estudo da biologia**. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 1975.

BENTO; FLEURY, A.C.C. **O Projeto do Trabalho na Manufatura Metal-Mecânica Automatizada Flexível**. São Paulo. Departamento de Engenharia de Produção. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, 1998.

BLASS, ARNO. **Processamento de Polímeros**. 2 ed. Editora da UFSC, Florianópolis, 1988.

BERTRAND, J. WILL.; FRANSOO, JAN C. MODELLING AND SIMULATION: Operations management research methodologies using quantitative modeling. **International Journal of Operations & Production Management**. v.22, n. 2, 241-254, 2002.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação**. Tradução de Maria João Alvarez, Sara Bahia dos Santos e Telmo Mourinho Baptista. Editora Porto: Portugal, 1994.

BOUYER, GILBERT CARDOSO. **Ergonomia Cognitiva e mente incorporada**. São Paulo: Blucher Acadêmico, 2008.

BRITO, MATOS, A.; MENDES, S. S. **Manual do Projetista para Moldes de Injeção de Plásticos**. Vol. 7. Sistemas de Controle de Temperatura. Marina Grande: Centimfe, 2004.

CAÑAS, JOSE J. **Ergonomia cognitiva**: aspectos psicológicos de La interaccion de lãs personas con la tecnologia de la información. Madrid: Panamericana: 2001.

CANGUILHEM, GEORGES. **O normal e o patológico**. 5 ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2002.

C-MOLD DESIGN GUIDE. A Resource for Plastics Engineers. Table of contents, Part 3: Reference - Appendix A, **Molding processes, the molding machine, and properties and applications of plastics**. Disponível em: http://www.scudc.scu.edu/cmdoc/dg_doc/develop/books/dg/index_sp.htm Acesso em 16/novembro/2012.

COLLINS, HARRY M. **Artificial experts: social knowledge and intelligent machines**. Cambridge: MIT Press, 1990.

COLLINS, HARRY M.; KUSCH, M. **The shape of actions: humans and machines can do**. Cambridge: MIT Press, 1998.

CORAZZA, MÁQUINAS, MOLDES E MATRIZES. Moldes de injeção. Disponível em: www.corazza@corazza.ind.br. Acesso em 15 de junho de 2013.

CRUZ, SÉRGIO DA. **Moldes de injeção**: Termoplásticos. 2.ed Curitiba: Hemus, 2002.

DAELE, A.V. Dynamic decision making of the control room operator in the continuous processes: some field study results. In: **ERGONOMICS SOCIETY ANNUAL CONFERENCE**, 1989, Liège: University of Liège-Belgium, 3-7, 1989.

DALGALARRONDO, PAULO. **Psicopatologia e semiologia dos transtornos mentais**. Porto Alegre: Artes Médicas do Sul, 2000.

DANIELLOU, FRANÇOIS. Métodos em ergonomia de concepção: a análise de situações de referência e a Simulação do Trabalho. In: DUARTE, FRANCISCO. (Org.). **Ergonomia e projeto na indústria de processo contínuo**. COOPE/UFRJ. Rio de Janeiro: Y. H. Lucerna, 2001.

DANIELLOU, FRANÇOIS; JACKSON FILHO, J. M. Questões epistemológicas levantadas pela ergonomia do projeto. In: DANIELLOU, F. (Coord.). **A ergonomia em busca de seus princípios: debates epistemológicos**. Coordenadora da tradução: Maria Irene Stocco Betiol. São Paulo: Edgard Blücher, 1981-1998, 2004.

DANIELLOU, FRANÇOIS et al. **A ergonomia em busca de seus princípios: debates epistemológicos**. São Paulo: Edgard Blücher, 2004.

DEJOURS, CHRISTOPHE et al. **Psicodinâmica do trabalho: contribuições da Escola Dejouriana a análise da relação prazer, sofrimento e trabalho**. São Paulo: Atlas, 1994.

DEJOURS, CHRISTOPHE. **O Fator Humano**. 2ª ed. Rio de Janeiro. Fundação Getúlio Vargas, 1999.

_____. **A loucura do Trabalho: Estudo de Psicopatologia do Trabalho**. 5ª ed. São Paulo: Cortez, 2000.

DICIONÁRIO HOUAISS DA LÍNGUA PORTUGUESA. HOUAISS, ANTÔNIO; VILAR, MAURO SALLES. Elaborado pelo Instituto Antônio Houaiss de Lexicografia e Bancos de dados da Língua Portuguesa S/A Ltda. 1 ed. Rio de Janeiro, 2009.

DOIDGE, NORMAN. **O cérebro que se transforma**. Rio de Janeiro: Record, 2013

DUARTE, FRANCISCO J. C. M. **A análise ergonômica do trabalho e a determinação de efetivos: estudo de modernização tecnológica de uma refinaria de petróleo no Brasil**. Tese Doutorado. COPPE/UFRJ. Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ, 1994.

FALZON, PIERRE. Natureza, objetivos e conhecimentos da Ergonomia. In: FALZON, P. **Ergonomia**. São Paulo: Edgard Blücher, 2007.

FERREIRA, MARIO CESAR. Serviço de atendimento ao público: o que é? Como analisá-lo? Esboço de uma abordagem teórico-metodológica em ergonomia. **Revista Multitemas**, 16, 128-144, 2000.

_____. O Sujeito Forja o Ambiente, o Ambiente "Forja" o Sujeito: Inter-relação Indivíduo-Ambiente em Ergonomia da Atividade. Texto de apoio pedagógico. Laboratório de Ergonomia, Universidade de Brasília, 2002.

FIALHO, FRANCISCO ANTONIO PEREIRA. **Psicologia das atividades mentais: introdução às ciências da cognição**. Florianópolis: Editora Insular, 2011.

FERREIRA FILHO, N.; GONTIJO, L. A. O saber cognitivo do operador diante do funcionamento do separador dinâmico. In: **II Conferência Internacional de Design, Engenharia e Gestão para Inovação**. II IDEMI 2012, 2012, Florianópolis – S.C. II Conferência Internacional de Design, Engenharia e Gestão para Inovação. II IDEMI 2012, 2012.

_____. Estratégias Cognitivas e opacidade entre o trabalho prescrito e o trabalho real. In: **II Conferência Internacional de Design, Engenharia e Gestão para Inovação**. II IDEMI 2012, 2012,

Florianópolis – S.C. II Conferência Internacional de Design, Engenharia e Gestão para Inovação. II IDEMI 2012, 2012.

_____. Cognição humana e as estratégias operatórias nas atividades de trabalho. In: **XX SIMPEP - Simpósio de Engenharia de Produção**. XX SIMPEP 2013, 2013, Bauru- S.P. XX SIMPEP - Simpósio de Engenharia de Produção. XX SIMPEP 2013, 2013.

FIORENTINI, DARIO; LORENZATO, SÉRGIO. **Investigação em Educação Matemática**: percursos teóricos e metodológicos. Campinas: Autores Associados, 2006.

FISCHER, M. B.; TIRIBA L. De olho no conhecimento “ encarnado” sobre trabalho associado e autogestão. In: **Educação Unisinos**, 13 (3): 201-210, set./dez., 2009.

FLEURY, A. C.; VARGAS, N. **Organização do Trabalho**. São Paulo: Atlas, 1994.

FOUCAULT, M. **Em Defesa da Sociedade**: curso no Collège de France (1975-1976).

GALVÃO, MARIA ERMANTINA. (trad.) Ed. Martins Fontes, São Paulo, Brasil, 2005.

GARCIA, M. C. R. **Fundamentos de Projetos de Ferramentas: Moldes de Injeção para Termoplásticos**. Pelotas: Centro Federal de Educação Tecnológica de Pelotas/Unidade de Sapucaia do Sul-RS, CEFET, 2008.

GAYA, A. (Org.) **Ciências do movimento humano**: introdução à metodologia de pesquisa. Porto Alegre: Artmed, 2008.

GIL, ANTONIO CARLOS. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010

_____. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

GRANDEY, A. Emotion regulation in the workplace: a new way to conceptualize emotional labor. **Journal of Occupational Health Psychology**, v.5, n.1, 95-110, 2000.

GUÉRIN, F. et al. **Compreender o trabalho para transformá-lo: a prática da ergonomia**. São Paulo: Blücher: Fundação Vanzolini, 2001.

HARADA, JÚLIO. **Moldes para Injeção de Termoplásticos: projetos e princípios básicos**. São Paulo: Artliber, 2004.

_____. **A importância do Projeto de Moldes para Injeção de Termoplásticos**. Ferramental – Revista Brasileira de Ferramentais, ano I, p. 27-31, maio/junho, 2006.

HENRIQSON, et. al.,. **Consciência situacional, tomada de decisão e modos de controle cognitivo em ambientes complexos**. Revista Produção., v.19, n.3, set/dez, 433-444, 2009.

HOLLNAGEL, E.; WOODS, D.D. **Joint cognitive systems: Foundations of cognitive systems engineering**. Boca Raton, FL, United States: Taylor & Francis/CRC, 2005.

IEA. *International Ergonomics Association*. **Domínios especializados da ergonomia**. Disponível em: http://www.iea.cc/01_what/What is Ergonomics.html>. Acesso em: 02/setembro/ 2012.

IIDA, ITIRO. **Ergonomia: Projeto e Produção**. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.

IPIRANGA. **Apostila de Injeção da Petróleo Ipiranga**. Laboratório de Tecnologia Mecânica, Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1998.

JASTRZEBOWSKI, W. **An outline of ergonomics, or the science of work**. Central Institute for Labour Protection. Varsóvia, 1857.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

LAVE, J. **Cognition in Practice**. New York: Cambridge University Press, 1991.

LAVILLE, ANTOINE. **Ergonomia**. Tradução: Márcia Maria das Neves Teixeira. São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo, 1977.

LEITE, E. M. **Reestruturação Produtiva, Trabalho e Qualificação no Brasil**. São Paulo: Atlas, 1996.

LIGOMENIDES, P. Notions and Dynamics of Information. **Journal of Information Science**.v. 10, 149-158, 1989.

LIMA, F. P. A. A organização da produção e a produção da LER. In: LIMA, M. E. A.; ARAUJO, J. N. G.; LIMA, F. P. A. (1997). **LER: Dimensões ergonômicas e psicossociais**. Belo Horizonte: Heath, 237-263, 1997.

LIMA, F. P. A.; SOUZA, R. J. Análise do trabalho como fator de aumento da eficácia da informatização. In: **V Seminário de Engenharia Industrial**. Timóteo-MG. Anais do V Seminário de Engenharia Industrial, 1995, 1995.

LIMA, F. P. A.; SILVA, C. A. D. A objetivação do saber prático na concepção de sistemas especialistas: das regras formais às situações de ação. In: DUARTE, Francisco. (Org.). **Ergonomia e projeto na indústria de processo contínuo**. Rio de Janeiro: COOPE/UFRJ, Y.H. Lucerna, 84-121, 2001.

LEPLAT, JACQUES; CUNY, X. **Introdução à Psicologia do trabalho**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1977.

LEPLAT, JACQUES. L'analyse psychologique du travail. **Revue de Psychologie Appliquée**, v.31, n.1, p. 9-27, 1986.

_____. **New technology and human error**. New York: John Wiley, 271-283, 1987.

_____. Aspectos da complexidade em ergonomia. In: **Ergonomia em busca de seus princípios**. São Paulo: Edgard Blücher, 2004.

_____. La notion de régulation dans l'analyse de l'activité. **Pistes**, v.8, n.1, mai., 2006. Disponível em <www.pistes.uquam.ca/v8n1/articles/v8n1a7.htm> Acesso em 22 de setembro de 2012.

MAGGI, BRUNO. **Do Agir Organizacional: um ponto de vista sobre o trabalho, o bem estar, a aprendizagem**. São Paulo: Edgard Blücher, 2006.

MARAGHI, RON. **Defeitos de moldagem na injeção de plásticos**, Salvador: Plasoft, 1997.

MARTINS, R. A. Abordagens quantitativas e qualitativas. In: Miguel, P. A. C. (Org.). **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. Rio de Janeiro: Elsevier, 45-61, 2010.

MARX, KARL. **O Capital: crítica da economia política**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1980.

MATLIN, MARGARET W. **Psicologia Cognitiva**. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC Editora, 2004.

MATTAR, FAUZE NAJIB. **Pesquisa de Marketing**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2008.

MINAYO, MARIA CECÍLIA DE SOUZA. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. 8. ed. São Paulo: Hucitec, 2004.

MONTEDO, U. B.; SZNELWAR, L.I. The tacit relationship between ergonomic work analysis and theory of complexity. In: 17th **World Congress on Ergonomics – IEA 2009**, Beijing. 17th World Congress on Ergonomics – IEA 2009.

MONTMOLLIN, MAURICE. (1990). **A ergonomia**. Lisboa: Instituto Piaget.

MORAY, N. Modelling cognitive activities: human limitations in relation to computer aids. In: HOLLNAGEL, E.; MANCINI, G.; WOODS, D. D. (Eds). **Intelligent decision support in process environments**. New York: v. 21, 273-291, 1986.

MOTTER, A. A. **Análise da carga de trabalho em sistemas complexos: gestão da variabilidade e imprevisibilidade nas atividades do controlador de tráfego aéreo.** Tese Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Florianópolis, SC, 2007.

OLIVEIRA, P. A. B. Ergonomia e a organização do trabalho: o papel dos espaços de regulação individual e social na gênese das LER/DORT. *Boletim da saúde*, Porto Alegre, v. 19, n. 1 jan./jun. 2005.

_____. Análise da atividade e trabalho coletivo. In: GUIMARÃES, L.B.M. **Ergonomia de processo: macroErgonomia, organização do trabalho.** Porto Alegre: FEENG/UFRGS, (Série monográfica Ergonomia), 2006.

OMBREDANE, A.; FAVERGE, J. M. **L'analyse du Travail: Facteur d'Économie Humaine et de Productivité.** Paris: Presses universitaires de France, 1955.

PERROW, C. **Complexidade, Interligação, Cognição e Catástrofe.** Anal. e Conj. Belo Horizonte: v. 1 (3): 88-106: set-dez, 1986.

_____. **Normal Accidents.** New Jersey: Princeton University Press, 1999.

PIAGET, J. **A epistemologia genética: sabedoria e ilusões da filosofia, problemas de psicologia genética.** 2. ed. São Paulo: Abril Cultural, 1983

PIATTI, TÂNIA MARIA; RODRIGUES, REINALDO AUGUSTO FERREIRA. Plásticos: características, usos, produção e impactos ambientais. Maceió: EDUFAL, Série: (Conversando sobre ciências em Alagoas), 2005.

PINHO, D. L. M.; ABRAHÃO, J. I; FERREIRA, M. C. As estratégias operatórias e a gestão da informação no trabalho de enfermagem, no contexto hospitalar. **Rev. Latino-americana de Enfermagem**, v.11, p.2, 168-176, 2003.

RABARDEL, P.; PASTRÉ, P. **Modèles du sujet pour la conception.** Paris: Octares, 2005

RASMUSSEN, JENS. Human errors: a taxonomy for describing human malfunction in industrial installations. **Journal of Occupational Accidents**, v. 14, 311-333, 1982.

RASMUSSEN, JENS; PEJTERSEN, A. M.; SCHMIDT, K. **Taxonomy for cognitive work analysis**. Riso National Laboratory, DK-4000 Roskilde, Denmark, September, 1990.

RAIS - Relatório Anual de Informações Sociais - Ministério Trabalho e Emprego. **Localização das empresas de Transformados Plásticos, por Estado (2011)**
Disponível em: <http://www.rais.gov.br/>. Acesso em 10 de julho de 2013.

ROOTH, E. M. e WOODS, D. D. Aiding human performance. I cognitive analysis. In: L'ergonomie des processus continus. **Le travail humain**. v. 51, Fasc.1, Jan, 39-64, 1988.

SALVADOR, V. L.; COSTA, C. A. **Quais são as Etapas mais Importantes no Desenvolvimento de Ferramentas de Injeção**. Plástico Industrial, ano IX p. 82-94, Fevereiro, 2007.

SANTOS, E. H. **Trabalho prescrito e real no atual mundo do trabalho**. Revista Trabalho & Educação: v. 1, fev-jul, 13-27, 1997.

SANTOS, N.; FIALHO, F. **Manual de análise ergonômica no trabalho**. 2. Ed. Curitiba: Genesis, 1997.

SANTOS, V.; ZAMBERLAN, M. C. As múltiplas tarefas e atividades interferentes face à intensificação do trabalho em centros de controle. In: **Anais 14º Congresso Brasileiro de Ergonomia, 4º Fórum Brasileiro de Ergonomia e 2º Congresso Brasileiro de Iniciação em Ergonomia– Abergio Jovem**. Curitiba, out. /Nov. 2006.

SARTER, N.; WOODS, D.D. Team play with a powerful and independent agent: operational experiences and automation surprises on the Airbus A-320. **Human Factors**, v. 4, n. 39, 553-569, 1997.

SARMET, M, M.; ABRAHÃO, J. I. O tutor em Educação a Distância: análise ergonômica das interfaces mediadoras. **Educação em Revista**. Belo Horizonte. n. 46. 109-141. dez., 2007.

SCHWARTZ, YVES. Os Ingredientes da Competência: Um Exercício Necessário para uma Questão Insolúvel. **Educação & Sociedade**. v. 2. n. 65., 101-139. dez., 1998.

SILVA, SÉRGIO LUIS. **Sistemática para o Projeto do Sistema de Refrigeração de Moldes para Injeção de Polímeros**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica. Florianópolis, SC, 150 f, 2009.

SILVINO, A. M. D; ABRAHÃO, J. I. Navegabilidade e inclusão digital: usabilidade e competência. **Rae-eletrônica**, v.2, n.2, jul./dez., 2003. Disponível em: <www.rae.com.br/electronica>. Acesso em 12 de outubro de 2013.

SLACK et al. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 2010.
 STEINKO, W. **Avaliação do projeto térmico do molde garante qualidade e redução de custos**. Plástico Industrial, ano VI, p. 64-71, Novembro, 2004.
 SUMNER, T.; BONNARDEL, N.; KALLAK, B. H. The Cognitive Ergonomics of Knowledge-Based Design Support Systems. Proceeding of the SIGCHI conference on human factors in computing systems. **Conference on Human Factors in Computing Systems**. Atlanta, Georgia, United States, 83-90, 1997.

TAKEUCHI, HIROTAKA; IKUJIRO NONAKA. **Gestão do Conhecimento**. Porto Alegre: Bookman, 2009.

TEIXEIRA, EDUARDO ARIEL DE SOUZA. A interação em estudo: desde as análises das correntes teóricas sobre o conceito de design de interação para profissionais de arquitetura de informação e de design de interface até os seus desdobramentos instrumentais. In: **Ergonomia design usabilidade interação**. Juiz de Fora: MAMM/UFJF, 2013.

TELLES, I. C. F. S. **Um modelo em rede de Petri para o sistema automático de injeção de uma máquina injetora de plástico**. Mestrado em Engenharia Elétrica, Rio de Janeiro: Dissertação - Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, 2007.

TERSSAC, G.; CHABAUD, C. Référentiel opératif commun et fiabilité. In: LEPLAT, J. & TERSSAC, G. **Les facteurs humains de La fiabilité dans les systèmes complexes**. Marseille: Octarès, 111-139, 1990.

TINO, V. F. **Utilização de Análise de Componentes Principais na Regulagem de Máquinas de Injeção Plástica**. Mestrado em Engenharia Elétrica, Rio de Janeiro: Dissertação - Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE/UFRJ, 2005.

THOMA, A. S. Entre normais e anormais: invenções que tecem inclusões e exclusões das alteridades deficientes. In: PELLANDA, N. M. C.; SCHLÜNZEN, E.; SCHLÜNZEN, K. (Orgs.). **INCLUSÃO DIGITAL: tecendo redes afetivas/cognitivas**. Rio de Janeiro: 2005.

TRIERWEILLER et al. A estratégia operatória utilizada pelos trabalhadores e o hiato existente entre o trabalho prescrito e o trabalho real. In: **Revista Gestão Industrial**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR Campus Ponta Grossa - Paraná – Brasil, v. 04, n. 1: 101-115, 2008.

VANCOUVER, J. B. Human resource management review: integrating self-regulation theories of work motivation into a dynamic process theory. **Human Resource Management Review**, n.18, 1-18, 2008.

VERGNAUD, G. Concepts et Schèmes dans la théorie opératoire de la représentation. **Psychologie Française**, 30, 245-252, 1985.

VIDAL, M. **Ergonomia na empresa: útil, prática e aplicada**. Rio de Janeiro: Virtual Científica, 2002.

VIGOTSKI, L. S. A formação social da mente. São Paulo: Martins Fontes, 1996.

VISSER, W. Dynamic aspects of individual design activities. A cognitive ergonomics viewpoint. U. Lindermann, **Human behaviour in design**. Berlin, Germany: Springer, 87-96, 2003.

WISNER, A. **Por dentro do Trabalho: ergonomia: método e técnica**. São Paulo: FTD-Oboré, 1987.

_____. **A Inteligência no Trabalho: textos selecionados de ergonomia**. Tradução Roberto Leal Ferreira. São Paulo: FUNDACENTRO, 1994.

_____. **Réflexions sur l'ergonomie.** Toulouse: Octarés Éditions, 1995.

_____. Atividades humanas previstas, atividades humanas reais nos sistemas automatizados. In: LIMA, F. P. A; NORMAND, J. E. (Orgs). **Qualidade da produção, produção dos homens.** Belo Horizonte, DEP/UFMG: 1-16, 1996.

_____. Questões epistemológicas em ergonomia e em análise do trabalho. In: **Ergonomia em busca de seus princípios.** São Paulo: Edgard Blücher, 2004.

WOODS, D. D. Designs are hypotheses about how artifacts shape cognition and collaboration. **Ergonomics**, n. 41, 168-173, 1998.

ZARIFIAN, P. **Objetivo Competência: Por uma nova lógica.** São Paulo: Atlas 2001.

APENDICE A**PESQUISA SÓCIO DEMOGRÁFICA DO DEPARTAMENTO DE INJEÇÃO**

Prezado(a)s funcionário(a)s,

Eu Nelson Ferreira Filho estou realizando esta pesquisa para fundamentar minha tese de doutorado do Programa de Engenharia de Produção, da Universidade Federal de Santa Catarina, na área de Ergonomia. Gostaria de contar com a colaboração de vocês para que respondessem as perguntas elencadas abaixo. Elas têm o objetivo de revelar os fatores sócios demográficos do contingente de funcionários lotados no departamento de injeção.

Ressalto que a pesquisa é anônima e suas respostas serão totalmente confidenciais. Peço que leiam com atenção respondem e assinalem com um “X” cada questão com a opção que melhor expresse sua opinião sobre a pergunta.

Agradeço antecipadamente sua colaboração.

Nelson Ferreira Filho
Doutorando em Engenharia de Produção - UFSC

SEXO: Masculino () Feminino ()

ESTADO CIVIL: Casado () Solteiro () Viúvo () Outros ()

IDADE: Qual é sua idade? _____

De 18-24 ()

De 25-29 ()

De 30-34 ()

De 35-39 ()

De 40-44 ()

De 45-49 ()

De 50-54 ()

Mais de 55 ()

ESCOLARIDADE: Qual é seu grau de escolaridade?

Curso Fundamental Completo ()

Curso Fundamental Incompleto ()

Curso Médio Completo ()

Curso Médio Incompleto ()

Curso Técnico Completo ()

Curso Técnico Incompleto ()

Curso Superior Completo ()

Curso Superior Incompleto ()

Curso Pós-Graduação (Especialização) ()

Curso Pós-Graduação (Mestrado) ()

Curso Pós-Graduação (Doutorado) ()

CARGO: Que cargo exerce atualmente?

Auxiliar de produtos injetados ()

Preparador de máquina injetora ()

Operador de máquina injetora bicolor ()

Operador de processos de produção ()

Supervisor de produção de injetados ()

Líder de produção de injetados ()

Controlador de estoques ()

Auxiliar de Almoxarifado ()

TURNO QUE TRABALHA: 1º () 2º () 3º ()**TEMPO DE EMPRESA:** Há quanto tempo trabalha na empresa?

Menos de 1 ano ()

De 1 a 4 anos ()

De 5 a 9 anos ()

De 10 a 14 anos ()

De 15 a 19 anos ()

Mais 20 anos ()

ANEXO A - SOLICITAÇÃO PARA REALIZAÇÃO DE PESQUISA**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE
PRODUÇÃO**

Florianópolis, 14 de junho de 2011

Ao(s) Senhor(res)

Dirigente(s) da

Prezado(s) Senhor(res),

Apresentamos a V.Sª. Nelson Ferreira Filho, aluno do Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina, matrícula nº 201007186. Atualmente ele tem trabalhado num projeto de pesquisa na área de Ergonomia ligado a Sistemas de Produção onde realiza suas atividades em postos de trabalho com operadores das indústrias de processo contínuo.

Tendo em vista, a necessidade da continuidade de seus trabalhos, solicitamos que o mesmo tenha acesso nessa conceituada empresa para que possa realizar suas pesquisas para concluir seu curso de doutorado.

Afirmamos que manteremos sigilo absoluto quanto os dados a serem coletados e que os mesmos não serão divulgados sem prévia autorização das partes, além da obrigatoriedade de cumprir o código de ética das instituições.

Certos de contarmos com a colaboração de V. Sª., antecipadamente agradecemos.

Atenciosamente,

Assinatura manuscrita da Profª. Drª. Leila Amaral Gontijo.
Profª. Drª. Leila Amaral Gontijo

Coordenadora da Área de Ergonomia do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de
Produção da UFSC

ANEXO B - CRONOGRAMA DE REALIZAÇÃO DE PESQUISA 2011

Florianópolis, 19 de outubro de 2011.

Ao(s) Senhor(res)

Dirigente(s) da

Prezado(s) Senhor(res),

Conforme solicitação de V.S^a., abaixo remeto cronograma de atividades do trabalho de pesquisa a serem desenvolvidos nessa empresa em referência ao projeto de pesquisa na área de Ergonomia ligado aos operadores do departamento de injetoras.

CRONOGRAMA DAS ATIVIDADES ANO 2011

PERÍODO		ATIVIDADES
DIA	MÊS	
19	10	Contatar Adriano/ coleta de informações sobre injetoras;
20	10	Coletar dados de funcionamento com os operadores das injetoras;
27	10	Observar e conversar com os operadores das injetoras;
10	11	Observar e conversar com os operadores das injetoras;
17	11	Avaliar os dados juntamente com os operadores das injetoras;
24	11	Levantar as variáveis que os operadores utilizam para manter a produção normalizada diante dos imprevistos.
08	12	Analisar dados juntamente com os operadores das injetoras
13	12	Confrontação dos dados

Atenciosamente,


Nelson Ferreira Filho

Doutorando do Curso de Engenharia da Produção da UFSC

ANEXO C - CRONOGRAMA DE REALIZAÇÃO DE PESQUISA 2012

Florianópolis, 12 de março de 2012.

Ao(s) Senhor(res)

Dirigente(s) da

Prezado(s) Senhor(res),

Em conformidade à solicitação de V.S^a., abaixo apresento cronograma das atividades do trabalho de pesquisa a serem desenvolvidos nessa empresa em referência aos levantamentos de dados para finalização projeto de pesquisa na área de Ergonomia junto aos operadores do departamento de injetoras.

CRONOGRAMA DAS ATIVIDADES ANO 2012

PERÍODO		ATIVIDADES
DIA	MÊS	
12	03	Contatar Supervisor/Líderes de produção/ levantar dados sobre problemas de produção;
21	03	Coletar dados de funcionamento das máquinas injetoras com operadores;
10	04	Observar, conversar e filmar os operadores das máquinas injetoras;
25	04	Observar, conversar e filmar os operadores das máquinas injetoras;
02	05	Observar, conversar e filmar os operadores das máquinas injetoras;
09	05	Observar, conversar e filmar os operadores das máquinas injetoras;
21	05	Observar, conversar e filmar os operadores das máquinas injetoras;
29	05	Observar, conversar e filmar os operadores das máquinas injetoras;
05	06	Avaliar dados juntamente com os operadores das máquinas injetoras;
13	06	Levantar variáveis que os operadores utilizam para manter a produção normalizada diante dos imprevistos das máquinas injetoras;
20	06	Analisar dados juntamente com os operadores das máquinas injetoras;
27	06	Aplicar questionário pesquisa sócio demográfica nos operadores do departamento de injeção;
08	08	Confrontar dados.

Atenciosamente,


Nelson Ferreira Filho

Doutorando do Curso de Engenharia da Produção da UFSC

ANEXO D**DESCRIÇÃO DO CARGO DE OPERADOR DE MÁQUINA
INJETORA**

	DESCRIÇÃO DE CARGO	REVISADO
1. IDENTIFICAÇÃO		
Título do Cargo: Operador de máquina Injetora		
Diretoria: Industrial Subordinado: Setor: Departamento de Injetora		
2. SUMÁRIO DO CARGO		
Responsável em executar e controlar as tarefas e equipamentos relacionados ao processo de injeção, incluindo todas as trocas de moldes e matéria-prima do departamento, visando cumprir com as metas de produtividade do departamento.		

3. RESPONSABILIDADES PRINCIPAIS

- Executar e assegurar as tarefas de troca e programação de todos os equipamentos e moldes do departamento, através da análise das especificações e características dos produtos injetados e equipamentos;
- Controlar e registrar alterações as fichas técnicas e procedimentos sistêmicos, através da análise de parâmetros de injeção de todos os produtos do departamento e as atividades pertinentes ao processo, com base nos procedimentos ISO 9000;
- Contribuir e atuar na correção e análise crítica de defeitos em peças plásticas, através de correções de parâmetros de injeção, tendo em vista minimizar perdas do processo produtivo, abrangendo problemas detectados no departamento de injeção;
- Analisar e manter registros de alterações funcionais em equipamentos e moldes que influenciem tanto na qualidade dos produtos injetados como na eficiência do processo, através de instrumentos de especificações dos produtos e equipamentos, visando dar subsídio na atuação da manutenção, ou dados para análise e otimização do processo.
- Executar e controlar o abastecimento de matéria-prima de todas as máquinas injetoras, seguindo os procedimentos sistêmicos, informações do planejamento industrial e gerenciamento de materiais;
- Colaborar na organização das tarefas do processo produtivo do departamento de injeção, mediante a alocação de operadores, dos materiais de trabalho e afins, visando o auxílio no acompanhamento da produtividade dentro da política do departamento de injeção.

4. COMO É FEITO O ACOMPANHAMENTO E SUPORTE PELA SUPERVISÃO

A liderança de turno direciona e controla as tarefas conforme programação do planejamento industrial e necessidades do departamento.

5. DESAFIOS		
Atividades mais complexas	Motivo da Complexidade	Frequência D = Diário S=Semanal M=Mensal
Análise ampla dos diversos parâmetros que influem no processo de injeção.	A diversidade de matérias-primas, produtos, e a quantidade de parâmetros a serem analisados.	D
Reparar os problemas de injeção o mais rápido possível evitando perdas no processo.	Devido aos diversos fatores que influem no processamento.	D
Coordenar a equipe de trabalho do turno na ausência do líder de turno.	Quantidade de pessoas e tarefas a serem realizadas.	D
6. ESCOLARIDADE O cargo requer 2º grau completo.		
7. EXPERIÊNCIA O cargo requer experiência de, no mínimo, 1 ano em rotinas do departamento		
8. PRINCIPAIS CURSOS, CONHECIMENTOS E TREINAMENTOS: <ul style="list-style-type: none"> • Conhecimento em sistemas da qualidade • Conhecimento em operação máquina injetora e processos de injeção • Sensibilização ambiental e atendimento a ISO 14001 – NBR (adquirido na empresa) • Treinamento nas planilhas de Aspectos e Impactos, 		

- Conhecimento dos procedimentos de controle operacional aplicáveis,
- Conhecimento dos procedimentos de medição e monitoramento aplicáveis,
- Programa de Integração da empresa
- Conhecimento dos Indicadores de Desempenho
- Conhecimento das Políticas da Qualidade e Política Ambiental
- Conhecimento do Programa 7s
- Conhecimento dos Aspectos e Impactos Ambientais e Coleta Seletiva
- Conhecimento dos Planos de Emergência

9. HABILIDADE

Acuidade visual, atenção concentrada, coordenação motora e facilidade de relacionamento interpessoal.

ANEXO E

DESCRIÇÃO DO CARGO DE OPERADOR DE PROCESSOS DE PRODUÇÃO

	DESCRIÇÃO DE CARGO	REVISADO
1. IDENTIFICAÇÃO		
Título do Cargo:	Operador de Processos de Produção	
Diretoria: Industrial	Subordinado: Departamento de Injetora	Setor:
<p>2. SUMÁRIO DO CARGO: Responsável em executar e realizar a mistura dos materiais para abastecimento das máquinas de injetora, através de proporção indicada em instrução de trabalho, para que os materiais no momento da injeção do plástico tenham a textura, cores e qualidade necessárias para cada tipo de produto.</p>		

3. RESPONSABILIDADES PRINCIPAIS

- Realizar a mistura dos materiais para abastecimento das máquinas de injetora, através de proporção indicada em instrução de trabalho, para que os materiais no momento da injeção do plástico tenham a textura, cores e qualidade necessárias para cada tipo de produto.
- Abastecer constantemente das máquinas de injetoras, retirando o material no almoxarifado e colocando-os em bombonas manualmente, para posterior aquecimento no desumificador, isso acontece quando o material é colocado nas injetoras no 1º abastecimento, ou quando o material exigir.
- Desumidificar o material utilizando-se de instrução de trabalho, fazendo o controle da secagem do material por meio de máquina, que controla o tempo, para garantir padrão de qualidade que o processo produtivo exige.
- Efetuar a troca de cores da matéria prima nas máquinas de injeção e quando do 1º abastecimento da cor, efetua limpeza dos canhões de injeção com material de limpeza próprio, realizando este trabalho em 28 máquinas, pelo menos 2 vezes ao dia, garantindo o plano de produção.
- Recolher os resíduos de injeção, linha de produção e tampografia, separando-os por cor e tipo para pesagem, estatística e posterior moagem, registrando as informações para incluir na composição do custo do produto.
- Identificar a moagem dos resíduos através de placas com as cores e com o material que esta sendo moído, para que não haja erros e perdas no momento da moagem.
- Realizar a limpeza do moinho através de sua desmontagem e sucção, para garantir que não haja resíduos e mistura de cores na moagem, buscando garantir a qualidade no processo.
- Recolher, separar, pesar, identificar e apontar as borras geradas na fabrica garantindo que não aja contaminação.

4. COMO É FEITO O ACOMPANHAMENTO E SUPORTE PELA SUPERVISÃO

5. DESAFIOS		
Atividades mais complexas	Motivo da Complexidade	Frequência D = Diário S=Semanal M=Mensal
Análise ampla dos diversos parâmetros que influem no processo de injeção.	A diversidade de matérias-primas, produtos, e a quantidade de parâmetros a serem analisados.	D
Reparar juntamente com o Operador da máquina injetora os problemas de injeção o mais rápido possível evitando perdas no processo.	Devido aos diversos fatores que influem no processamento.	D
Ajudar a equipe de trabalho do turno na ausência do operador de máquina injetora	Quantidade de pessoas e tarefas a serem realizadas.	D
6. ESCOLARIDADE O cargo requer ensino fundamental completo.		
7. EXPERIÊNCIA O cargo requer experiência de, no mínimo, 1 ano em rotinas do departamento		
8. PRINCIPAIS CURSOS, CONHECIMENTOS E TREINAMENTOS: <ul style="list-style-type: none"> • Conhecimento em sistemas da qualidade • Sensibilização ambiental e atendimento a ISO 14001 – NBR (adquirido na empresa) 		

- Treinamento nas planilhas de Aspectos e Impactos,
- Conhecimento dos procedimentos de controle operacional aplicáveis,
- Conhecimento dos procedimentos de medição e monitoramento aplicáveis,
- Programa de Integração da empresa
- Conhecimento das Políticas da Qualidade e Política Ambiental
- Conhecimento do Programa 7s
- Conhecimento dos Aspectos e Impactos Ambientais e Coleta Seletiva
- Conhecimento dos Planos de Emergência

9. HABILIDADE

Acuidade visual, atenção concentrada, coordenação motora e facilidade de relacionamento interpessoal.